



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA

Praca dyplomowa inżynierska

Analiza procesu produkcyjnego przyłącza do chłodnicy klimatyzacji pod kątem zwiększenia możliwości produkcyjnych na przykładzie Fertinger Automotive Polska

Analysis of the production process of the air conditioning radiator connection in terms of increasing production capacity on the example of Fertinger Automotive Polska

Autor:
Kierunek studiów:
Opiekun pracy:

Maciej Skowroński
Zarządzanie i Inżynieria Produkcji
dr. inż. Antoni Korcyl

Kraków, 2021

Spis treści

Wstęp	3
1. Procesy produkcyjne	5
2. Analiza procesów produkcyjnych.....	13
2.1. Burza mózgów	16
2.2. Diagram Pareto	18
2.3. Technika Walta Disneya.....	19
2.4. Analiza SWOT.....	21
2.5. Chronometraż	24
3. Fertinger Automotive Polska - producent układów transmisji płynów w samochodach.	25
4. Proces produkcji elementów składowych do chłodziw.....	27
5. Analiza	29
5.1. Informacje na temat procesu	29
5.2. Analiza Czynnków mających wpływ na proces	30
5.3. Analiza zwiększenia możliwości produkcyjnych	33
5.4. Propozycje wprowadzenia zmian	37
5.5. Efekty wprowadzonych zmian	38
Podsumowanie	50
Wykaz literatury	51

Wstęp

Ze względu na szybki rozwój przemysłu motoryzacyjnego firmy poruszające się w tej gałęzi muszą szybko i dynamicznie reagować na sytuacje rynkową. Duży nacisk kładzie się także na jakość, wydajność i szczupłość konstrukcji układów chłodzenia oraz klimatyzacji, są one odpowiedzialne zarówno za poprawną pracę silnika jak również za komfort korzystania z samochodu. Producenci podzespołów samochodowych muszą nie tylko spełniać wysokie wymagania jakościowe ale również być w stanie zaspokoić ilościowe potrzeby rynku. Kluczowym krokiem w cyklu życia produktu jest odpowiednie zaprojektowanie procesu tak aby skutecznie spełnić wszystkie wymienione wymagania. Każdy proces jednak żyje i producenci muszą być gotowi reagować na zmiany rynkowe oraz korzystać z możliwości które dają pojawiające się na rynku nowe rozwiązania.

Celem pracy jest przedstawienie analizy procesu produkcji przyłącza klimatyzacji pod kontem zwiększenia wydajności linii produkcyjnej którą przeprowadziłem z zespołem projektowym w firmie Fertinger Automotive Polska.

Zgodnie z umową pomiędzy Fertinger Automotive Polska a Hanon Systems Autopal, przewidywana wielkość zamówień to 8000-10000 szt tygodniowo z możliwością okresowego zwiększenia do 12000 szt, w związku z tym, żeby być w stanie spełnić wymagania klienta minimalna przepustowość linii powinna wynosić 667szt na zmianę produkcyjną przy założeniu braku jakichkolwiek przestojów. W firmie zakładany jest 15% bufor na planowane i nieplanowane przestoje dlatego optymalna wydajność linii powinna być równa 784szt na zmianę. Po uruchomieniu produkcji seryjnej średnia wydajność wynosiła 555szt na zmianę dlatego dyrektor zakładu zlecił zespołowi projektowemu analizę oraz podjęcie koniecznych działań w celu poprawy wydajności linii. Zespół składał się z trzech osób, dla uproszczenia będą one oznaczane jako P1, P2 oraz P3 – autor pracy został oznaczony jako P1.

Część pierwsza pracy wprowadza w tematykę procesów produkcyjnych. Są w niej zawarte podstawowe pojęcia związane z tematyką tychże procesów.

Część druga przedstawia na czym polega analiza procesów, w jakim celu przeprowadza się takie analizy jakie są podstawowe metodologie analizy, opisuje również charakterystykę metod wykorzystanych przez autora w dalszej części pracy.

Część trzecia przedstawia firmę Fertinger Automotive Polska jako producenta układów transmisji płynów w przemyśle motoryzacyjnym.

Część czwarta przedstawia charakterystykę oraz przebieg analizowanego procesu, ma ona na celu przybliżenie na czym polega proces poddany analizie co pozwoli na lepsze zrozumienie rozwiązań zastosowanych podczas analizy.

Część piąta to analiza zawierająca ona całość działań podjętych w celu usprawnienia procesu, od zbierania informacji o procesie, przez analizę i podjęte działania po podsumowanie tychże działań – jakie przyniosły efekty.

Temat mojej pracy był dla mnie naturalnym wyborem ponieważ ściśle dotyczy mojej pracy i opisuje analizę przeprowadzoną przeze mnie oraz moich kolegów. Byłem jednym z trzech członków zespołu projektowego, liderem wielu akcji i pomysłodawcą oraz realizatorem rozwiązań.

1. Procesy produkcyjne

Proces produkcyjny uważany jest jako ogół zjawisk oraz działań podejmowanych w celu otrzymania oczekiwanych efektów, bądź też jako całokształt działań zmierzających do przekształcenia surowców oraz zasobów w gotowe produkty.¹

Produkcja ma ważne znaczenie społeczne, ponieważ od duża część społeczeństwa, szczególnie w krajach rozwijających się znajduje zatrudnienie właśnie w przemyśle związanym z produkcją. Na poziom stopy życiowej społeczeństwa i zamożności kraju wpływa stopień zaspokojenia potrzeb ludności, który bezpośrednio wynika z ilości, jakości i rodzaju wytworzonych dóbr.

Produkcją kapitałochłonną nazywamy produkcję która wymaga dużych nakładów rzeczowych składników majątkowych takich jak maszyny, urządzenia i wyposażenia. Produkcją materiałochłonną nazywamy produkcję która wymaga użycia dużej ilości materiałów i stanowią one duży udział w koszcie produktu. Produkcja pracochłonna charakteryzuje się tym, że wymaga dużego nakładu pracy ludzkiej.

Produkcja jednorodna to produkcja występująca w zakładach zajmujących się produkcją jednego rodzaju wyrobu np. kopalnie węgla, elektrownie. Produkcja różnorodna występuje w zakładach wytwarzających różne wyroby.

Asortyment produkcji jest to zestaw wyrobów wytwarzanych przez przedsiębiorstwo lub wykaz świadczonych przez nie usług. Częściami asortymentu są rodzaje wyrobów, grupy wyrobów lub pojedyncze wyroby. Właściwa struktura asortymentu ma znaczący wpływ na zbyt wyrobów na rynku oraz na wykorzystanie kwalifikacji zatrudnionych pracowników, parku maszynowego jak również surowców i materiałów.

Profil przedsiębiorstwa uzależniony jest od rodzaju wytwarzanych wyrobów w ramach określonego asortymentu produkcji. Przedsiębiorstwo powinno monitorować sytuację na rynku i dostosowywać do niej swój profil produkcyjny.

Rozróżniamy trzy podstawowe typy produkcji: produkcję jednostkową, produkcję seryjną i produkcję masową, o tym jaki to typ produkcji decydują: produkowany asortyment, rozmiary produkcji i czasochłonność produkcji.

Produkcja jednostkowa to produkcja pojedynczych wyrobów pod zamówienie klienta lub zaledwie kilku wyrobów jednego rodzaju. Ponowne produkowanie identycznych produktów zdarza się stosunkowo rzadko, w nieregularnych odstępach czasu. Charakteryzuje się ona dużą pracochłonnością. W takiej produkcji najlepiej sprawdzają się maszyny uniwersalne na których możemy wykonywać różne operacje. Pracownicy muszą mieć wysokie kwalifikacje i wiedzę zarówno o materiale jak również o technologii produkcji. Asortyment może być bardzo szeroki. Największym minusem takiego typu produkcji są wysokie koszty - koszt wytworzenia jednej

¹ Griffin R.W. Podstawy Zarządzania Organizacjami Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015

sztuki może wielokrotnie przewyższyć koszt produkcji podobnego wyrobu produkowanego seryjnie lub masowo. Produkcja jednostkowa znajduje zastosowanie w wytwarzaniu produktów rzadkich, specjalnych takich jak: statki, linie produkcyjne, dedykowane maszyny ciężkie, wyroby jubilerskie.

Produkcja seryjna to produkcja wyrobów w partiach składających się z większej ilości wyrobów takich samych lub bardzo podobnych. Ze względu na to, że ilość produktów w jednej serii może bardzo różnić się od siebie wyróżniamy trzy odmiany produkcji seryjnej:

Produkcja małoseryjna obejmuje serie po kilka lub kilkanaście takich samych produktów w serii. Obejmuje takie produkty jak luksusowe limuzyny, samoloty, edycje limitowane produktów.

Produkcja średnioseryjna obejmuje serie po kilkadziesiąt lub kilkaset takich samych produktów w jednej serii, jeżeli jest to seria jednorazowa do produkcji średnioseryjnej można zaliczyć serię powyżej tysiąca sztuk. Obejmuje takie produkty jak maszyny standardowe, ciężarówki.

Produkcja wielkoseryjna obejmuje zazwyczaj wielotysięczne serie produktów, zazwyczaj te same wyroby produkowane są cyklicznie w seriach. Obejmuje takie produkty jak długopisy, rękawiczki, naczynia.

Granice ilościowe pomiędzy odmianami produkcji są umowne, nie są precyzyjnie określone, to do jakiej odmiany zaliczyć daną produkcję poza wielkością serii zależy również od typu produktu, ilości operacji i pracochłonności wytworzenia całego produktu oraz technologii wytwarzania.

Produkcja masowa to produkcja takich samych lub bardzo podobnych produktów przez długi czas w nieprzerwanym ciągu. Żeby zastosować produkcję masową konieczne jest stałe wysokie zapotrzebowanie na konkretny produkt. Do produkcji masowej zazwyczaj stosuje się dedykowane maszyny, linie produkcyjne i narzędzia dostosowane pod jeden konkretny produkt lub typ produktu. Produkcja masowa często jest całkowicie lub w dużym stopniu zautomatyzowana, jeżeli proces wymaga udziału operatora nie musi on mieć wysokich kwalifikacji, zazwyczaj wystarczy kilkugodzinne przeszkolenie. Koszty produkcji są bardzo niskie. Produkcja masowa ma zastosowanie w wyrobach o dużym powtarzalnym zbycie: cukier, papier toaletowy, itp.

Podstawowym działaniem przedsiębiorstwa produkcyjnego jest proces produkcyjny.

Procesem produkcyjnym nazywamy oddziaływanie pracowników przedsiębiorstwa na surowce i materiały za pomocą maszyn, urządzeń i narzędzi mające na celu wytworzenie produktów które zostaną potem sprzedane na rynku.

W przedsiębiorstwach produkcyjnych procesy produkcyjne różnią się od siebie wyraźnie, można je klasyfikować w różny sposób, najbardziej ogólnym podziałem jest podział na proces

wydobywczy i proces przetwórczy. Proces wydobywczy bezpośrednio związany jest z kopalniami, polega na wydobyciu i oddzieleniu surowców od złoża. Proces przetwórczy występuje właściwie we wszystkich pozostałych przedsiębiorstwach przemysłowych, polega on na przetwarzaniu surowców, materiałów i półproduktów na wyroby gotowe. Należy zaznaczyć, że produkt gotowy jednego przedsiębiorstwa może być materiałem lub półproduktem dla innego przedsiębiorstwa, przykładowo dla przedsiębiorstwa produkującego wycieraczki z metalu, plastiku i gumy gotowa wycieraczka jest wyrobem gotowym gdy dla producenta samochodu wycieraczki są tylko jednym z elementów montowanych do samochodu.

Możemy wyróżnić procesy produkcyjne ciągłe oraz dyskretne.

Procesy ciągłe przebiegają w ściśle określonych warunkach, doprowadzanie surowców oraz odbieranie produktów odbywa się w sposób nieprzerwany. Produkowane w ten sposób wyroby trudno jest podzielić na oddzielne sztuki, wyroby są w postaci płynnej lub sypkiej. W procesie technologicznym ciągłym nie występują przerwy w produkcji, zalecana jest pełna automatyzacja takich procesów oraz ciągła kontrola jakości otrzymywanego wyrobu. Procesy ciągłe najczęściej występują w produkcji gazów lub cieczy: rafinerie, przemysł chemiczny, energetyczny, spożywczy. Można powiedzieć, że produkcja ciągła polega na powiększeniu wartości materiału poprzez mieszanie, oddzielanie, formowanie lub reakcje chemiczne, w jej trakcie ogranicza się do minimum przerwy w dostawach i przetwarzaniu a produktu nie da się podzielić na pojedyncze sztuki. Istnieją produkty do których wytworzenia proces ciągły wymuszony jest przez ich właściwości i zastosowanie procesu dyskretnego jest niemożliwe lub nieuzasadnione ekonomicznie. Często cechy i struktura produktu są jedną z cech produkcji po której rozróżniamy proces ciągły od procesu dyskretnego. Ze względu na te właściwości procesy ciągłe możemy traktować jako jednolitą strukturę.

Procesy ciągłe możemy podzielić na dwie formy: produkcję ciągłą przerywaną i produkcję ciągłą nieprzerywaną.

Produkcja przerywana pozwala na dostarczanie surowców partiami, stopniowo, pozwala wyprodukować bardziej złożone wyroby. Mogą powstawać zapasy produkcji w toku. Linie produkcyjne często dostosowane są do produkcji różnych wyrobów w seriach.

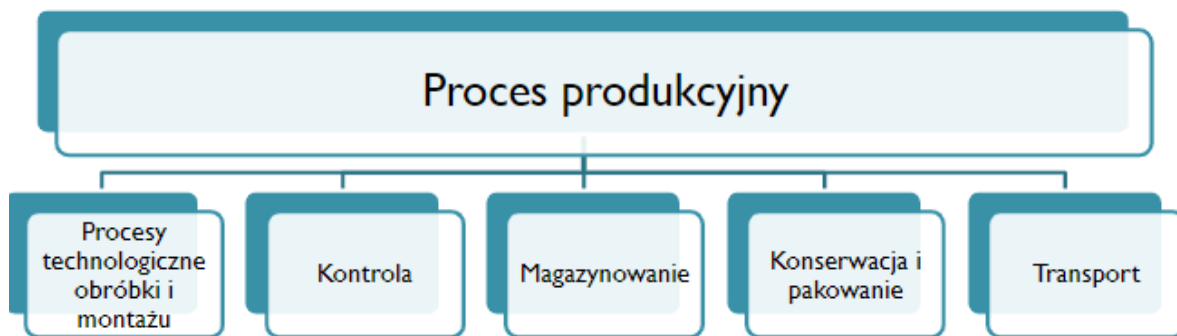
Produkcja nieprzerywana ma ściśle powiązania pomiędzy kolejnymi krokami procesu, kolejny etap zaczyna się dokładnie w momencie zakończenia poprzedniego. Wyrób również otrzymywany jest w sposób ciągły i nieprzerwany. Takie procesy staramy się maksymalnie uprościć, zredukować ilość faz ciągłego przetwarzania, wyroby powstają zazwyczaj na dedykowanych, niewyłączanych liniach.

Procesy dyskretne dotyczą wyrobów które z łatwością możemy podzielić na pojedyncze sztuki, wyroby podczas obróbki transportowane są pojedynczo, w grupach lub seriach ale jesteśmy w stanie wyraźnie wskazać ich liczebność, nawet jeżeli wyroby produkowane są w linii potowej możemy łatwo wskazać które detal jest właśnie obrabiany. Podczas projektowania linii

produkcyjnej pojedyncze kroki procesu możemy traktować jako czarne skrzynki, wystarczy, że znamy czas obróbki. Procesy dyskretnie występują w większości gałęzi przemysłu: długopisy, meble, samochody, przemysł ciężki czy nawet opakowania w które pakowane są płynne lub sypkie produkty wytworzone w procesach ciągłych.

Na proces produkcyjny składają się proces technologiczny oraz procesy pomocnicze. Podstawowym elementem procesu produkcyjnego jest proces technologiczny. Proces technologiczny to proces zmiany formy, właściwości fizycznych i chemicznych surowca lub materiału. Ma on na celu przetworzenie surowca lub materiału na wyrób gotowy. Procesy pomocnicze to wszystkie czynności umożliwiające przeprowadzenie procesu technologicznego ale nie polegające na bezpośredniej obróbce surowca lub materiału. Podstawowymi procesami pomocniczymi są: kontrola, magazynowanie, konserwacja i pakowanie, transport i wszystkie czynności niezbędne do poprawnego działania produkcji.

Rysunek 2.1. Schemat podziału procesu produkcyjnego



- opracowanie własne na podstawie Griffin R.W. „Podstawy Zarządzania Organizacjami”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015

W kopalni miedzi procesem technologicznym są prace wiertnicze, roboty strażłowe, urabianie i kruszenie. Ładowanie, transport, zabezpieczanie stropów, są zaś procesami pomocniczymi. W firmie produkującej przewody do transmisji płynów do procesów technologicznych zaliczymy: gięcie rur, cięcie, formowanie końców przewodów, mycie, spawanie oraz montaż. Magazynowanie, transport między stanowiskowy czy kontrolę jakości zaliczymy do procesów pomocniczych.

Proces technologiczny to zespół procesów cząstkowych, które mają wpływ na zmianę kształtu, własności fizyczno-chemicznych lub wymiaru materiałów i surowców. Procesy technologiczne dzieli się na procesy naturalne i procesy pracy.

Procesy naturalne nie wymagają lub wymagają minimalnego udziału człowieka, przebiegają one w warunkach naturalnych. Do takich procesów należą między innymi: procesy fermentacyjne przy produkcji kiszonek i alkoholi, sezonowanie odlewów, suszenie drewna czy hodowla roślin. Zazwyczaj procesy naturalne obejmują tylko niektóre fragmenty całości procesu produkcji, a cały proces technologiczny wymaga również procesów pracy.

Procesy pracy to procesy w których działalność człowieka jest niezbędna. Wymagają one użycie maszyn i narzędzi a często także muszą przebiegać w specjalnych warunkach przygotowanych i kontrolowanych przez ludzi. Zdecydowana większość produktów wytwarzanych przez człowieka nie jest w stanie powstać bez procesów pracy. W pozostałych przypadkach działalność człowieka poprawia parametry procesu co pozwala osiągnąć pożądany cel szybciej a wyrobom zapewnić lepsze parametry jakościowe. Przykładowo większość leków to substancje występujące naturalnie ale bez zaprojektowanych przez człowieka odpowiednich procesów technologicznych nie byłoby możliwe osiągnięcie pożądanych stężeń które pozwalają osiągnąć pożądany efekt medyczny.

Proces technologiczny możemy podzielić na fazy technologiczne które opierają się na różnych metodach pracy, wykonywane są na różnych maszynach, z użyciem różnych narzędzi, czasami charakteryzują się nawet różną organizacją produkcji. Rzadko zdarza się, że w procesie produkcji możemy wymienić tylko jedną fazę technologiczną, jest tak przykładowo w produkcji lodu czy tarcicy. Fazy produkcji dzielimy na operacje. Operację wykonywane są przez pracownika lub zespół pracowników na jednym stanowisku pracy, w przypadku huty szkła są to: przygotowanie zestawu szklarskiego, przygotowanie formy, przetapianie zestawu szklarskiego na masę szklaną, formowanie bańki, wydmuchiwanie kształtu, prostowanie, formowanie elementów dodatkowych takich jak nóżka czy stopka kieliszka, odcięcie naddatku, szlifowanie obrzeża, zatapianie obrzeża.

W celu znormalizowania organizacji pracy operacje można podzielić na mniejsze elementy takie jak: zabiegi, przejścia, czynności, chwyt, ruchy robocze a nawet ruchy elementarne.

Procesy technologiczne można też podzielić ze względu na udział pracy człowieka, dzielimy je wtedy na: procesy ręczne, procesy maszynowo- ręczne, procesy maszynowe, procesy zautomatyzowane i procesy aparaturowe.

Do procesów ręcznych operator potrzebuje najwyżej prostych narzędzi, czasami wystarczają nawet wyłącznie jego ręce. Procesami ręcznymi nazwiemy: składanie kartonów, wyrównywanie krawędzi ręcznym pilnikiem czy okablowanie urządzenia (jeżeli wykonywane zwykłym śrubokrętem).

Jeżeli udział operatora jest kluczowy ale w procesie wykorzystuje on maszynę lub narzędzia mechaniczne proces taki nazwiemy procesem maszynowo - ręcznym. Należy zaznaczyć, że w procesach maszynowo - ręcznych narzędzia lub maszyny muszą sterowane przez operatora manualnie, używane są takie narzędzia jak: wiertarka, szlifierka ręczna, ręczna praska, lub maszyny takie jak: piła taśmowa, szlifierka stacjonarna a detale manipulowane są ręcznie.

Procesami maszynowymi nazywamy procesy wykonywane na maszynach lub urządzeniach przy małym wysiłku fizycznym operatora. Zadaniem operatora jest sterowanie maszynami, montaż obrabianych elementów w uchwycie maszyny oraz nadzorowanie procesu. Zazwyczaj procesy maszynowe obejmują prace wykonywane na tokarkach, frezarkach, giętarkach, z wyłączeniem maszyn CNC załadowywanych automatycznie.

W procesach zautomatyzowanych praca człowieka jest niemal całkiem wyeliminowana, jej udział jest zależny od poziomu automatyzacji. W przypadku półautomatów człowiek każdorazowo daje sygnał maszynie w celu rozpoczęcia cyklu, oraz kontroluje przebieg procesu. W procesach w pełni zautomatyzowanych obróbka wykonywana jest przez maszyny sterowane cyfrowo a detalami manipulują roboty lub automatyczne podajniki, często możliwa jest też automatyczna kontrola jakościowa detali.

Procesy aparaturowe najczęściej wykorzystywane są w przemyśle chemicznym: podczas produkcji leków, nawozów, odczynników, destylacji czy w przemyśle metalurgicznym. W procesach aparaturowych przeobrażenia fizyczne, chemiczne lub mechaniczne zachodzą bez udziału człowieka, praca operatora ogranicza się najwyżej do nadzorowania warunków i przebiegu procesu.

Forma organizacji procesu produkcyjnego zależy od sposobu powiązania między sobą stanowisk roboczych. Można wyróżnić dwie podstawowe formy organizacji procesu produkcyjnego: produkcję potokową oraz produkcję niepotokową.

Jeżeli kierunek przebiegu produktu między stanowiskami nie jest ściśle określony, kolejność operacji może być zmienna, produkt może być obrabiany na stanowiskach w dowolnej kolejności i nie ma ściśle określonej więzi pomiędzy stanowiskami taką formę organizacji nazwiemy produkcją niepotokową. Zazwyczaj jest ona wykorzystywana w produkcji małoseryjnej lub produkcji jednostkowej.

Produkcja potokowa ma określone konkretne powiązania międzystanowiskowe, przebieg produktu ma ściśle wyznaczoną drogę ustalony kierunek i kolejność operacji. Stanowiska rozmieszcza się w kolejności przebiegu procesu produkcyjnego, produkt transportowany jest między stanowiskami w ściśle określonej kolejności. Produkcja potokowa sprawdza się w produkcji seryjnej oraz masowej. W potokowym systemie produkcji ważne jest żeby tak zorganizować przebieg produktu między stanowiskami obróbczymi by odbywał się on możliwie równomiernie, najlepiej bez przerw. Linie potokowe dzielimy na linie synchroniczne i linie asynchroniczne.

Potok asynchroniczny występuje kiedy czasy operacji nie są równe ani nie stanowią wzajemnej wielokrotności. Stanowiska robocze mogą nie być obciążone równomiernie, występują zapasy międzyoperacyjne.

Potok synchroniczny występuje kiedy czasy operacji są równe lub stanowią swoją wielokrotność. Dążymy do równomiernego obciążenia wszystkich stanowisk roboczych, unikamy zapasów międzystanowiskowych, produkty między krokami procesu transportowane są na bieżąco.

Cechą produkcji potokowej jest rytmiczność, miarą rytmiczności jest takt roboczy. Takt roboczy to czas wykonania operacji na stanowisku roboczym.

Takt roboczy obliczamy ze wzoru:

$$T_s = T_p / P$$

gdzie:

T_s — średni takt linii potokowej,

T_p — czas pracy linii potokowej w danym okresie,

P — liczba wyrobów do wykonania w danym okresie.

Cykl produkcyjny

Cykl produkcyjny jest odcinkiem czasu od pobrania surowca lub materiału do przekazania wyrobu gotowego do magazynu. Czas cyklu może bardzo się różnić w zależności od profilu przedsiębiorstwa, technologii wytwarzania i wykorzystywanych procesów technologicznych, przykładowo cykl produkcji wieszaków na ubrania może zajmować nawet kilka minut a wyprodukowanie statku lub samolotu może trwać nawet kilka miesięcy. Na długość cyklu produkcyjnego poza czasem trwania cykli technologicznych duży wpływ mają również procesy pomocnicze: transport, magazynowanie, kontrola. Wpłynąć na czas cyklu produkcyjnego możemy również poprzez sposób przekazywania przedmiotów pracy między stanowiskami. Przebieg produkcji może mieć charakter: szeregowy, równoległy lub szeregowo-równoległy.

W przebiegu szeregowym wyroby podzielone są na partie które w całości przekazywane są między kolejnymi stanowiskami roboczymi. Kolejna operacja może zostać rozpoczęta po zakończeniu operacji poprzedniej w stosunku do całej partii produktów. Przebieg szeregowy najlepiej sprawdza się i najczęściej wykorzystywany jest w produkcji jednostkowej lub małoseryjnej.

Czas trwania cyklu produkcyjnego (T_{cp}) wymienionej serii wyrobu w przebiegu szeregowym można obliczyć za pomocą wzoru:

$$T_{cp} = t_s * p$$

gdzie:

t_s — suma czasu trwania operacji na poszczególnych stanowiskach pracy

p — liczba produktów w serii.

W przebiegu równoległym detale przekazywane są pojedynczo między stanowiskami roboczymi a obróbka detali wykonywana jest w tym samym czasie na wielu krokach procesu na wielu przedmiotach tej samej partii. Przebieg równoległy daje przewagę w produkcji seryjnej oraz produkcji masowej.

Czas trwania cyklu produkcyjnego w przebiegu równoległym można obliczyć za pomocą wzoru:

$$T_{cp} = t_s + t_n (p-1)$$

gdzie:

t_s — suma czasu trwania operacji na poszczególnych stanowiskach pracy

p — liczba produktów w serii.

t_n — czas trwania operacji najdłuższej

W przebiegu szeregowo-równoległym partia produkcyjna podzielona jest na mniejsze grupy, między stanowiskami roboczymi transportowane są pojedyncze detale lub grupy detali. Obróbka może być wykonywana równocześnie na różnych krokach procesu ale tylko w odniesieniu do danej grupy detali. Przebieg szeregowo-równoległy sprawdza się przy produkcji seryjnej której cykle produkcyjne są długie.

2. Analiza procesów produkcyjnych

Obecne czasy w jakich żyjemy pozwalają na nabywanie podobnych, bądź takich samych wyrobów od różnych producentów. Ma to związek z dużym postępem technologicznym, a zarazem łatwym dostępem do technologii wytwarzania oraz zaplecza technicznego. Jedynym ograniczeniem są koszty wytworzenia, które bezpośrednio wpływają na cenę jednostkową produktu, a co za tym idzie konkurencyjność wyrobu na rynku. Dlatego firmy w dzisiejsze epoce chcąc być konkurencyjne przykładają ogromną uwagę do zadań związanych z optymalizacją.

Z punktu widzenia niniejszej pracy należy się skupić na optymalizacji procesów. Optymalizacja procesów to działania które zmierzają do zmian istniejących procesów w pewnych zakresach np. parametrów, alokacji zasobów i urządzeń technicznych, poziomie jakości, które przynoszą satysfakcję klientowi raz korzyści firmie.²

Rodzaje optymalizacji jakie można spotkać w firmach produkcyjnych to :

- obniżanie kosztów związanych z zatrudnieniem (np. korzystanie z firm pośrednictwa pracy),
- optymalizacja kosztów jakości (np. podejmowanie inicjatyw pro-jakościowych),
- obniżenie kosztów logistycznych (np. outsourcing, sterowanie zapasami),
- obniżenie kosztów mediów (np. wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, modernizacja parku maszynowego),
- optymalizacja procesów biznesowych (np. budowanie efektywnych struktur organizacyjnych),
- odsprzedaż odpadów produkcyjnych i po użytkowych (np. oddawanie surowców do ponownego przetworzenia).

Umiejętne przeprowadzenie optymalizacji procesów oraz kosztów wymaga poświęcenia czasu oraz zaangażowania pracowników, a zarazem zasobów materialnych, jednak korzyści wynikające z poprawnie przeprowadzonych usprawnień znacznie przewyższają nakłady a ponadto:

- pozwalają na pełną analizę oraz zdobycie wiedzy na temat kosztów funkcjonowania poszczególnych procesów,
- łatwiejszy proces podejmowania decyzji związanych z wydatkami i planowanymi inwestycjami,
- lepsze radzenie sobie ze zmianami zachodzącymi na rynku, dzięki możliwości przenoszenia kosztów, pomiędzy różnymi obszarami organizacji, a zarazem umiejętne wykorzystywanie kompetencji pracowników,
- wypracowanie przewagi konkurencyjnej.

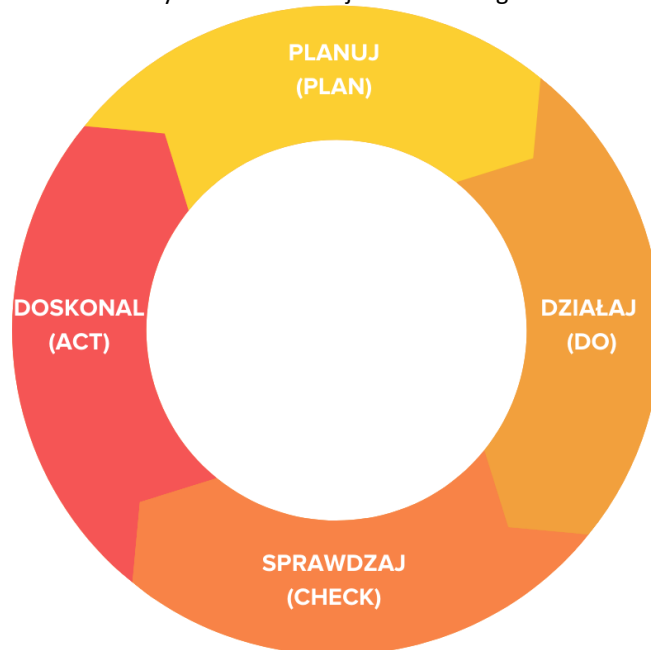
² Balon U. 2004, Optymalizacja kosztów jakości

Dzisiejsze procesy produkcyjne są coraz to bardziej skomplikowane, a jednocześnie odbiorcy wymagają od producenta jak najlepszej jakości wykonania produktu, przy zachowaniu jak najniższej ceny. Taki stan rzeczy powoduje konieczność wykonywania czynności optymalizacyjnych, które w przypadku firm produkcyjnych odgrywają pierwszorzędne znaczenie.

Poprawnie i mądrze przeprowadzona optymalizacja powinna zawierać się w 4 krokach, które są tożsame z podejściem jakościowym zwanym PDCA:

- zaplanowanie procesu optymalizacji
- przeprowadzenie optymalizacji
- sprawdzenie i ocena skuteczności
- korekta bądź doskonalenie

Rysunek 1.1. Koło jakości Deminga



Źródło: pracowanie własne na podstawie Griffin R.W. „Podstawy Zarządzania Organizacjami”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015

Czynności planistyczne związane z procesem optymalizacji skupiają się głównie na:

- określeniu celu,
- określeniu oczekiwań,
- określeniu stanu bieżącego,
- zaplanowaniu i podziale odpowiednich działań,
- określeniu wymaganych zasobów,
- określenie metodologii działania.

Po wykonaniu czynności planistycznych następuje część robocza, która jest związana z wykonywaniem zadań, które zostały wcześniej zaplanowane. Bardzo ważne aby realizacja odbywała się zgodnie z założonymi terminami oraz przyjętą metodą optymalizacyjną.

Często na etapie działania wykonuje się analizę stanu bieżącego poprzez obserwacje, definiowanie problemów i wyciąganie wniosków. Działania te są najważniejsze, ponieważ pozwalają na weryfikację czy przyjęta metodologia rozwiązania ma szanse powodzenia.³

Po wykonaniu wszystkich zadań związanych z optymalizacją następuje etap związany z zebraniem i porównaniem stanu po optymalizacji do stanu jaki został założony w formie celu. Następnie wykonywana jest ocena skuteczności wdrożenia, która może być:

- pozytywna (założone cele zostały osiągnięte, należy jednak w dalszym ciągu doskonalić i obserwować procesy),
- negatywna (nie osiągnięto pożądaných celów, należy przeprowadzić analizę w poszukiwaniu przyczyn dlaczego się nie powiodło oraz wybrać inną metodologię i przejść drogę PDCA ponownie).

Ostatni etap to dalsze działania optymalizacyjne czy też korygujące w zależności od wyniku jaki został osiągnięty.

Wszystkie działania w organizacji powinny mieć określony cel, dlatego też optymalizacja procesów produkcyjnych jest wykonywana w konkretnym celu np.:

- likwidowanie wąskich gardeł,
- zwiększanie wydajności i efektywności procesu,
- skracanie czasu trwania poszczególnych czynności,
- zwiększanie uzysku,
- poprawa jakości produkowanych wyrobów,
- eliminacja marnotrawstwa.⁴

Termin optymalizacja tłumaczony jest jako wyznaczenie najlepszego bądź najlepszych rozwiązań z punktu widzenia wcześniej określonego kryterium. Podstawą do optymalizacji jest przeprowadzenie analizy, to analiza pozwala znaleźć, zidentyfikować kluczowe punkty które powinny zostać zoptymalizowane.

Analizie mogą podlegać między innymi:

- procesy produkcyjne
- procesy związane z biznesem
- koszty

³ Hamrol A. Zarządzanie jakością z przykładami Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007

⁴ Sałaciński T. „Inżynieria jakości w technikach wytwarzania”, OWPW, Warszawa 2016

Analiza procesów realizowana jest głównie w z wykorzystaniem dostępnych metod i narzędzi wypracowanych jako dorobek naukowy w dziedzinach zarządzania, produkcji i jakości.

2.1. Burza mózgów

Burza mózgów jest jedną z wielu najczęściej stosowanych metod poszukiwania przyczyn problemów oraz analiz procesów jest burza mózgów.

Burza mózgów jest uznawana jako metoda heurystyczna czyli metodologia która zmierza do znalezienia odpowiedzi na postawione pytanie. Jest uznawana za metodę twórczego myślenia i rozwiązywania problemów. Jej cechą charakterystyczną jest praca zbiorowa, częściej wymagająca powołania zespołu interdyscyplinarnego.

Twórcą niniejszej metody jest Alex Osborn, który pomimo młodego wieku (19 lat) objął stanowisko dyrektorskie jednej z największych na świecie agencji promocji i reklamy. Metoda została opracowana w latach 30 obecnego stulecia. Twórca uważał, że najlepsze i najtrafniejsze pomysły które stwarzają fundament do zmian wychodzą od osób nie związanych z obszarem występowania konkretnych problemów – dlatego tak ważne jest przeprowadzanie metody w zespole składającym się z różnych dziedzin np.:

- produkcja
- jakość
- zasoby ludzkie
- księgowość
- obsługa sprzętająca⁵

Metoda przeprowadzania burzy mózgów wymaga podziału osób na dwa zespoły:

- zespół pomysłowości (wysuwanie pomysłów),
- zespół oceniający (ocena pomysłów),

Zespół pomysłowości zwykle składa się z kilku osób, zaleca się aby było to przynajmniej 12. Głównym zadaniem grupy pomysłowości jest opracowywanie pomysłów celem rozwiązania problemów. Zespołem kieruje lider, natomiast sekretarz zapisuje wszystkie pomysły na tablicy, bądź arkuszu. Zaleca się aby nie dobierać do składu grupy osób, które posiadają powiązanie służbowe np. pracownik – przełożony, gdyż może powodować to blokadę psychiczną, która niekorzystnie działa na innowacyjność i kreatywne myślenie.

⁵ Gołaś H. Mazur A. Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.

Rysunek 2.2 Tablica pomysłów zespołu pomysłowego.



Źródło: Gołaś H. Mazur A. Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.

Drugi zespół składa się z kilku osób, najczęściej 3, którego celem jest ocenianie pomysłów wypracowanych przez zespół. Zadaniem zespołu jest ocena i podejmowanie decyzji czy dany pomysł ma rację bytu, czy należy go odrzucić. Bardzo ważne aby członkowie zespołu oceniającego posiadali dostateczną wiedzę nt.:

- organizacji,
- badanego problemu,
- możliwości finansowych ⁶

Wyniki rozwiązań zaakceptowane przez zespół są procedowane na dalszych etapach wdrożeniowych.

Zalety burzy mózgów:

- lepsza efektywność i skuteczność pomysłów,
- rozwija innowacyjność i kreatywność,
- pozwala zdobyć doświadczenie,
- motywuje do działania,
- wspiera procesy budowy kultury organizacji

⁶ Matryniak Z. Metody organizacji i zarządzania Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1999

2.2. Diagram Pareto

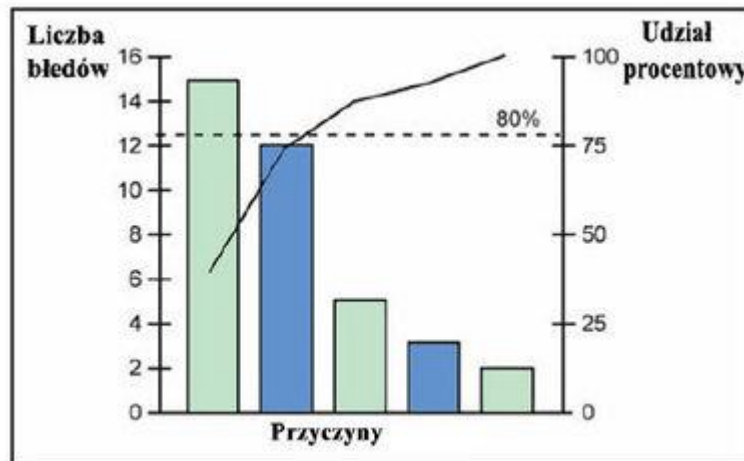
Diagram Pareto jest jednym z narzędzi, które są często wykorzystywane do opisywania i analizy procesów pod kątem badania częstotliwości przyczyn problemów, czy też opisywania częstotliwości występowania zjawisk.

Diagram zakłada, że w każdym systemie pracy jest tylko mała liczba czynników, które bezpośrednio wpływają na problem i powodują największy wpływ na jego całkowite postrzeganie.

Zasada Pareto głosi, że 20% przyczyn zwykle przynosi 80% strat np. :

- 80% defektów, jest skutkiem 20% przyczyn,
- 20% klientów generuje 80% całkowitego zysku,
- 80% decyzji jest warunkowanych przez 20% informacji.⁷

Rysunek 2.3. Diagram Pareto



Źródło: Bagiński J. Zarządzanie jakością totalną (TQM), Bellona, Warszawa 1993

Metodologia tworzenia diagramu zawiera się w kilku krokach tj.:

- pozyskanie i zebranie danych nt. badanego problemu lub zjawiska
- hierarchizacja przyczyn występowania problemu na podstawie częstotliwości
- wyrysowanie wykresu skumulowanego jako prezentację skumulowanych wartości wyrażonych w procentach
- dodanie linii poziomej na wykresie prezentującą poziom 80%
- oznaczenie punktów oznaczających wartość skumulowaną poszczególnych przyczyn i połączenie ich linią.⁸

⁷ Ziółkowski J. Łada J. Analiza ABC i XYZ w gospodarowaniu zapasami Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk Łódź 2010

⁸ Łańcucki J. Podstawy kompleksowego zarządzania jakością TQM Poznań 2003

Zalety metody pareto:

- skuteczne i efektywne rozwiązywanie problemów dzięki hierarchizacji najważniejszych przyczyn
- jasne wskazanie priorytetów
- unika marnotrawstwa zasobów
- metoda łatwa i przejrzysta

2.3. Technika Walta Disneya

Technika Walta Disneya jest to metodologia pracy opracowana przez Roberta Diltsa, na podstawie pracy Walta Disney'a, opierająca się na założeniu, że w procesie planowania, przechodzenia od pomysłu do rozwiązania, powinniśmy patrzeć z trzech perspektyw: Marzyciela, Realisty i Krytyka. Celem jest otrzymanie pełnego, wartościowego produktu, przy jednoczesnym zminimalizowaniu ryzyka niepowodzenia.

Marzyciel odgrywa największą rolę w procesie. To postawa, która charakteryzuje się podejściem: „a gdyby wszystko było możliwe”? Tej osobie nie stawia się granic wyobraźni, a jej pomysły stanowią punkt wyjścia w dalszym procesie. Pozycja Marzyciela to miejsce na puszczenie wodzy fantazji, niczym nie skrępowane budowanie wizji i bujanie w obłokach. Praca Marzyciela wymaga kreatywności i tzw. wolnej głowy. W uruchomieniu procesy pomagają pytania typu: „jaka jest nasza wizja”, „co chcemy osiągnąć”, „jakie odniesimy korzyści”?

Krytyk patrzy na opracowany plan pod kątem tego co może się nie udać. Analizuje i wskazuje przeszkody oraz ryzyka, które mogą się pojawić. Stara się wychwycić błędne założenia. Ma przedstawić Marzycielowi i Realistce elementy obarczone ryzykiem porażki. Krytyk skupia się na rozważeniu „Jakie problemy mogą wystąpić; co może pójść nie tak?”. Szuka błędów i luk w planie. Pomocne w tej roli pytania mogą brzmieć: „dlaczego ktoś może sprzeciwić się temu planowi lub pomysłowi”, „co może pokrzyżować nam plany”, jakie są możliwe *zagrożenia dla przedsięwzięcia*, „co może nas zaskoczyć”, „jakie pułapki na nas czyhają”, „kto coś straci, jeśli osiągniemy cel”, „kto będzie się sprzeciwiał”, „czego brakuje w scenariuszu działań – o czym zapomniano na liście zadań”?

Realista za zadanie ma zdolność przekuwania marzenia w konkretny plan. Patrzy obiektywnie i trzeźwo na całą sytuację. Wie jak przetworzyć daną ideę, aby była możliwa do wykonania. Ma ułożyć plan działania, ustalić harmonogram, znaleźć realne zasoby w oparciu o dostarczone materiały. Postawę Realisty określić można jako: „Pomysł jest możliwy do realizacji”, a jego atrybuty to: zimna kalkulacja i trzeźwy umysł. Pomocnymi pytaniami w jego roli są: „jak to zrobić” (czas, ludzie, pieniądze itp.), „jakimi zasobami dysponujemy”, czego jeszcze potrzebujemy, aby projekt miał szansę powodzenia”, „jakie mogą być etapy prac”, „kto

konkretnie zajmie się danymi obszarami”, „ile to będzie kosztować”, „ile czasu zajmie” i bardzo ważne - „jak poznać, że cel został osiągnięty”?

Cykl ma być powtarzany. Po krytyce pomysł wraca do Marzyciela. Ten udoskonala wizję, wykorzystując sugestie poprzedników. Następnie zaktualizowany projekt ponownie trafia do Realisty, który reorganizuje pracę, aby doprecyzowany cel miał jeszcze większą szansę na powodzenie. Wtedy Krytyk ma kolejną okazję do wygłoszenia ekspertyzy odnośnie składowych projektu i wyznaczonych kroków do realizacji celu. Liczba cykli uzależniona jest zarówno od zasad panujących w organizacji, jak i od potrzeb projektu oraz osób uczestniczących w procesie.

Metoda umożliwia spojrzenie na dane zagadnienie z wielu perspektyw i z pewnego dystansu, pomaga w znalezieniu kreatywnych rozwiązań, zidentyfikowaniu zagrożeń, a w konsekwencji do zbudowanie pełnego obrazu projektu zawierającego wizję, uwzględniającego dostępne zasoby, identyfikującego zagrożenia. Ostatecznie powstaje plan realizacji przedsięwzięcia.

Warto zaznaczyć, iż technika Disney’a nie jest linearna. Należy kilkakrotnie przejść wszystkie etapy w cyklu Marzyciel – Realista – Krytyk, kończąc znów na Marzycielu. Cykl jest powtarzany dopóki nie powstanie solidny, realistyczny plan. Jeśli nie udaje się skonstruować planu, który Krytyk „zatwierdzi”, można wrócić do Marzyciela i zmodyfikować „marzenie” w oparciu o wykonany do tej pory cykl. Jest to dopuszczalne tylko w wypadku uzyskania całkowitej pewności, że dla poprzedniego nie da się wykonać realistycznego planu.

Jeżeli metoda Disneya ma przynieść zamierzony efekt, uczestnicy muszą utożsamić się z swoimi rolami tak głęboko, jak się da. Muszą zapomnieć o swoim osobistym nastawieniu do omawianej kwestii i całkowicie przyjąć perspektywę odgrywanej postaci.

Etap końcowy to spisanie wszystkich argumentów, które pojawiły się w dyskusji. Teraz zna się już wszystkie zalety i słabości projektu, a także możliwości jego realizacji. Menadżer mając tak wyczerpującą analizę, może już odpowiedzieć sobie na pytanie, czy idea warta jest realizacji czy nie. Bezpośrednio po zastosowaniu strategii Disneya dobrze jest poświęcić chwilę, aby spisać końcową wizję swojego celu, nad którym pracowaliśmy.

Metoda Walta Disney’a pozwala spojrzeć na dane zagadnienie z kilku różnych i zarazem niezbędnych perspektyw i dokładnie zaplanować realizację swojego celu. Jest to narzędzie, które dodaje skrzydeł realistom, dodaje wiary w powodzenie projektu nadmiernym krytykom i pozwala na realizację marzeń marzycielom.

Zalety techniki Disneya:

spojrzenie na rozważaną kwestię z wielu punktów widzenia

wypunktowanie zalet

ocena kosztów

identyfikacja zagrożeń

stworzenie pełnego obrazu projektu, obejmującego takie zagadnienia jak:

pomysł
możliwości
niebezpieczeństwa
potrzeby
sposób realizacji

2.4. Analiza SWOT

Analiza SWOT - służy do wewnętrznej analizy przedsiębiorstwa i jego otoczenia w celu zoptymalizowania strategii zarządzania firmą bądź zbudowania nowego planu strategicznego. Analizie poddać można strukturę organizacyjną, konkretny projekt czy proces, albo inwestycję. Celem analizy jest określenie aktualnej sytuacji i perspektyw na przyszłość, a co najważniejsze – opracowanie i przyjęcie najlepszej strategii postępowania. Sama nazwa SWOT pochodzi od pierwszych liter słów czynników klasyfikujących możliwości firmy:

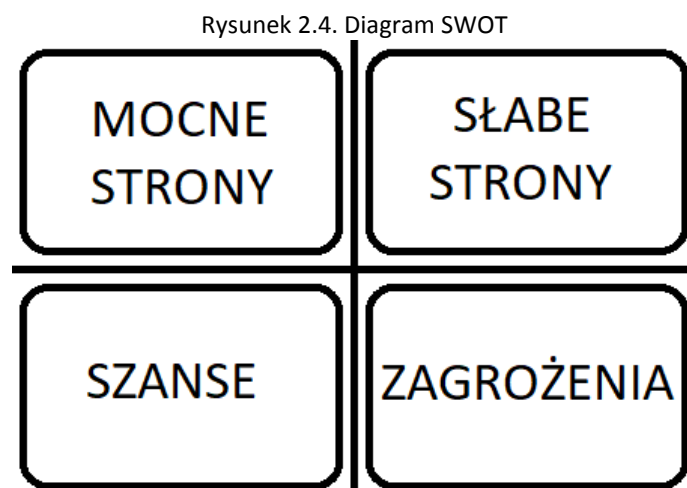
Strengths - mocne strony organizacji, które mogą sprzyjać jej rozwojowi, a w chwili obecnej pozytywnie wyróżniają organizację w otoczeniu – stanowią przewagę w stosunku do konkurencji;

Weaknesses - słabe strony organizacji, które nie wyeliminowane mogą hamować rozwój; przykładowo może chodzić o: być brak podziału zadań albo wystarczających kwalifikacji, złą organizację pracy czy niedomiar określonych zasobów;

Opportunities - szanse czyli uwarunkowania, które przy umiejętnym wykorzystaniu mogą wpływać pozytywnie na rozwój firmy;

Threats - zagrożenia obecnie jeszcze nie paraliżujące funkcjonowania organizacji, ale mogące w przyszłości być zagrożeniem dla funkcjonowania firmy.

W wersji graficznej analiza przedstawiana jest na osi współrzędnych lub w czterech ćwiartkach wpisana w oś współrzędnych:



Źródło: opracowanie własne

Analiza polega nie tylko na identyfikacji 4 wyżej wymienionych grup czynników, ale także na opisanu ich wpływu na dalszy rozwój organizacji.

Analiza SWOT nie wymaga opisywania i wyodrębniania wszystkich czynników, skupia się na zidentyfikowaniu kluczowych elementów dla bezpieczeństwa i rozwoju firmy czy procesu.

Na dalszym etapie wskazane jest ustalenie skali punktowej, przypisując poszczególnym elementom przykładowo wartości od -9 do +9. Chodzi o to, by ułatwić ustalenie kluczowych czynników.

Podstawowe założenia analizy SWOT zostały opracowane w latach 50 i 60 XX wieku przez naukowców i konsultantów biznesowych pracujących w Harvard Business School, oraz opisane w pozycji [Learned, A., Christensen, C., Andrews, R. S. and Guth, D. 1965].

Analiza SWOT powinna zaowocować opracowaniem planu działań w dwóch kierunkach:

redukowania zagrożeń i wykorzystywania szans – należy zbudować bariery ochronne pozwalające ochronić firmę przed ewentualnym negatywnym wpływem zagrożeń – przykładowo finansowych, ludzkich czy innych. Z kolei szanse natomiast zazwyczaj wymagają podjęcia zorganizowanych działań, aby ich pozytywny wpływ był odczuwalny dla organizacji – w tym celu wskazane jest wdrożenie systemu ciągłego ich monitorowania.

eliminowania słabych stron i wzmocnienia mocnych – kierownictwo powinno identyfikować i eliminować słabe strony, zwłaszcza te mające najmocniejszy wpływ na efektywność działania przedsiębiorstwa. Z kolei świadomość mocnych stron ułatwia ich ochronę przed potencjalnymi zagrożeniami (na przykład odejściem z pracy wykwalifikowanego personelu).

Możliwe jest także opracowanie zestawu możliwych do podjęcia działań, zmierzających do osiągnięcia zdefiniowanych wcześniej strategicznych celów organizacji. Wybór optymalnej strategii działania dokonuje się poprzez sumowanie ilości szans i zagrożeń oraz mocnych i słabych stron.

Możliwe zastosowania analizy SWOT:

- opracowanie planów strategicznych
- zmodyfikowanie kierunku działalności firmy
- rozpoznania sytuacji wewnętrznej i zewnętrznej organizacji dla wprowadzenia ewentualnych programów naprawczych
- określenie kluczowych czynników dla umacniania przewagi konkurencyjnej
- jako elementu w tworzeniu biznesplanów
- w działach jakości - również w ramach norm ISO.

Przy wykonywaniu analizy warto zacząć od mocnych stron. Pod tym pojęciem należy rozumieć wszystkie zasoby i umiejętności, które pozwalają zbudować korzystną pozycję na rynku. Aby właściwie je zidentyfikować warto wykorzystać pytanie: „W czym jesteśmy lepsi od innych?”.

Do przykładów mocnych stron można zaliczyć przykładowo zgrany zespół, korzystną lokalizację, albo innowacyjny produkt.

Analiza powinna objąć następujące obszary działalności:

- know how danej organizacji
- zasoby ludzkie
- obszary logistyki, produkcji, technologii, badań i rozwoju
- obszar sprzedaży i obsługi klienta
- finanse
- zdolność do rozwoju

Po mocnych stronach czas wypisać słabe strony, czyli te wszystkie elementy, które przyczyniają się do hamowania rozwoju oraz wpływają negatywnie na działania firmy. Obszary działalności poddawane analizie są identyczne jak przedstawione wyżej dla mocnych stron.

Trzecim elementem są szanse - są to wszelkie istniejące, lub przewidywane procesy, zjawiska i trendy zachodzące w otoczeniu organizacji, które odpowiednio wykorzystane mogą stać się impulsem do jej rozwoju oraz pomogą osłabić wpływ ewentualnych pojawiających się zagrożeń. Mogą to być przykładowo czynniki technologiczne, prawne, środowiskowe, ekonomiczne, społeczno-kulturowe, itp.

Ostatnim elementem analizy SWOT są zagrożenia – czynniki zewnętrzne, czyli te wszystkie procesy, zjawiska i trendy zachodzące w otoczeniu organizacji, które mogą stanowić barierę w rozwoju organizacji, utrudniać jej funkcjonowanie, podnosić koszty działania.

Dla skutecznego przeprowadzenia procesu ważne są m.in. uzgodnienie procedury analizy, aby zapewnić jednolite podejście do zadania wszystkim uczestnikom zespołu.

Popularność analizy SWOT wynika niewątpliwie z jej prostoty oraz szerokiego zakresu zastosowań. Znajduje zastosowanie w procesach projektowania struktur organizacyjnych przedsiębiorstw, w analizach projektów, a także do formułowania celów rozwojowych.

Przeprowadzenie analizy SWOT zmusza do myślenia strategicznego, obserwowania zmian zachodzących w otoczeniu przedsiębiorstwa, tworzenia raportów i analiz, które są podstawą do formułowania scenariuszy możliwego kierunku rozwoju organizacji.

Jako wynik analizy otrzymujemy 4 listy cech organizacji: mocne i słabe strony, szanse i zagrożenia. Na ich podstawie można dokonywać dedukcji o możliwych i realnych strategiach dla firmy.

2.5. Chronometraż

Chronometraż to technika mierzenia czasu, która pozwala określić jego normy potrzebne na wykonanie zadania roboczego lub jego części. Stosuje się go do pomiaru czasu trwania elementów pracy, które powtarzają się cyklicznie.

Wykonuje się go w celu określenia wymaganego czasu na wykonanie danego zadania roboczego przy ustalonym poziomie wydajności i wykonywanego w określonych warunkach poprzez rejestrowanie czasu i tempa poszczególnych elementów pracy.⁹

W wyniku badań chronometrycznych otrzymuje się tzw. szereg chronometryczny, czyli wyniki określające czas trwania poszczególnych elementów ciągu pomiarowego.

Osoba przeprowadzająca chronometraż musi znać dość dobrze realizowany proces technologiczny. Jeżeli dostępna jest karta procesu to zadanie jest ułatwione. Natomiast jeśli takich kart nie ma osoba dokonująca pomiarów musi wcześniej zostać wprowadzona w proces aby pozyskać rozeznanie jak on powinien wyglądać.

Dla zapewnienia prawidłowych wyników należy zadbać o takie czynniki jak:

- wybranie stanowiska najmniej oddziałującego pracownika obserwowanego
- poinformowanie pracownika o przeprowadzonym pomiarze
- w miarę możliwości unikanie rozmów z osobą obserwowaną
- protokołowanie wyników obserwacji
- normowanie przynosi korzyści polegające na:
 - lepszym planowaniu i poziomowaniu produkcji
 - poprawie efektywnego wykorzystania zasobów
 - możliwości planowania zatrudnienia
 - szczegółowej kalkulacji kosztów wytwarzania i ich redukcji
 - skracaniu czasów realizacji zleceń
 - możliwości pomiaru i monitoringu efektywności czasu pracy.

⁹ <https://mfiles.pl/pl/index.php/Chronometra%C5%BC>

3. Fertinger Automotive Polska - producent układów transmisji płynów w samochodach

Fertinger Automotive Polska jest wiodącym producentem przewodów do transmisji płynów w samochodach. Na polskim rynku od października 2015 roku, jako oddział grupy FERTINGER - przedsiębiorstwa o 75 letniej tradycji, z siedzibą w Austrii, w miejscowości Wolkersdorf im Weinviertel, w odległości około 20 km od Wiednia.

W ramach swojej działalności oferuje Klientom kompleksowe rozwiązania w zakresie projektowania oraz wykonywania samochodowych rozwiązań przewodów:

- klimatyzacyjnych,
- układów wentylacyjnych i kierowniczych,
- oraz pozostałych, w których odbywa się transmisja płynów.

Pozytywne wyniki wszystkich audytów naszych Klientów, rekomendacje Klientów w zakresie doskonałej współpracy, certyfikaty PN-EN ISO/IATF 16949:2016 oraz ISO 9001:2015, a także udział w programie Rzetelna Firma dają pewność, że Fertinger Automotive Polska jest rzetelnym partnerem biznesowym.

Firma Fertinger Automotive Polska produkuje przewody aluminiowe, których zastosowanie można spotkać w układach chłodzenia, klimatyzacjach bądź innych układach, w których następuje transport płynów, stosowanych w branży motoryzacyjnej. Proces produkcji składa się z etapów: gięcie, cięcie, formowanie, mycie, spawanie oraz montaż.

Proces gięcia odbywa się na dwóch rodzajach giętarek: BLM PLANET oraz BLM SMART. Są to dyskretne autonomiczne maszyny zupełnie niezależne od operatora. Zawierają kompaktowy layout, zintegrowany załadunek i rozładunek zapewniający automatyczny i ciągły tryb eksploatacji w długim czasie. Można je także skonfigurować z różnymi modułami, aby umożliwić cykle pracy opcjonalnej, a nie całego procesu produkcyjnego od prostowania do rozładunku np. tylko cięcie, gięcie lub formowanie.

Etap cięcia powiązany jest bezpośrednio z giętarką BLM PLANET. Mechanizm cięcia oparty jest na pracy piły, która składa się ze stosownie chronionego ostrza kołowego. Trzymanie rury odbywa się za pomocą zacisku znajdującego się na ramieniu rozładunkowym. Podparcie boczne, regulowane w zależności od wymiarów obrabianej rury, podtrzymuje element podczas cięcia.

Formowanie przyłączy rur odbywa się na maszynach typu BLM AST 30 bądź BLM TUBE-FORM. Są to pełni elektryczne lub elektro-hydrauliczne maszyny do profilowania rur, nawet do 8 ton nacisku. Wyposażona w od 5 do 7 stacji obróbczych, co umożliwia uzyskanie końcówek rur odkształconych w sposób powtarzalny, przy czym wykończenie i jakość jest taka sama jak w przypadku skrawania. Dodatkowo istnieje możliwość skracania i fazowania rur jak również uzyskiwanie wysokiej jakości powierzchni przy pomocy modułu walcującego kształt rury.

Spawanie odbywa się za pomocą łuku elektrycznego wytwarzanego pomiędzy elektrodą topliwą a spawanym materiałem. Elektrodą topliwą jest drut podawany w sposób ciągły. Łuk i jezioro ciekłego metalu są chronione strumieniem gazu osłonowego. Przeznaczone jest do trwałego łączenia ze sobą, poprzez proces spawania elementów aluminiowych.

Wykorzystywany system do procesu mycia to Dürr EcoClean Universal 81W. System myjący Universal 81W jest wydajnym urządzeniem, które dzięki swojej modułowej konstrukcji ma szereg zastosowań w myciu części.

Łączenie elementów, odbywa się na prasach mimośrodowych MIOS oraz TOMA.

Specjalizujemy się w łączeniu rur oraz bloczków aluminiowych uzupełnionymi w pierścieniach lutowniczych. Posiadane przez nas prasy dysponują naciskiem 40 Ton.

Firma posiada również 2 linie produkcyjne pracujące w przepływie potokowym. Montaż odbywa się poprzez spersonalizowany system siłowników pneumatycznych sterowanych CNC, systemy Poka-Yoke oraz Jidoka połączone z kontrolą operatorów pracujących na linii gwarantują wysoką jakość oraz dużą precyzję wykonania.

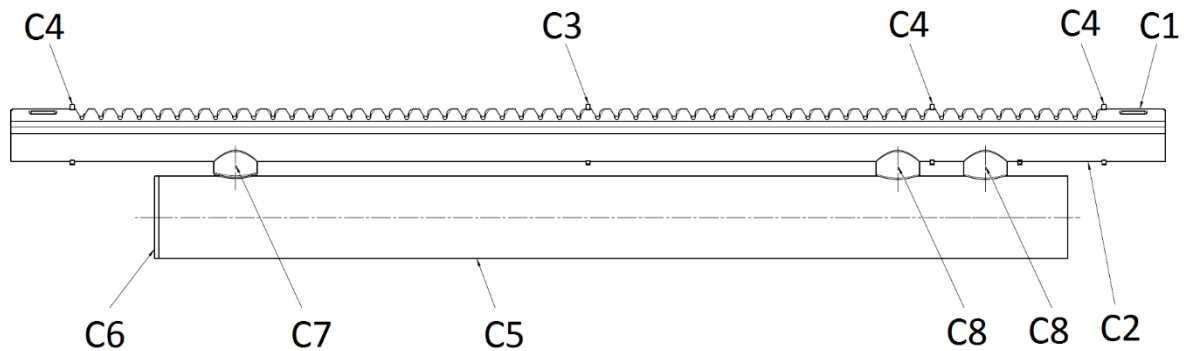
Ostatnim etapem w procesie jest pakowanie. W specjalnie wyznaczonej strefie przygotowywane są detale, które przechodzą 100% kontrolę a następnie zostają wysłane do klientów docelowych.¹⁰

¹⁰ <http://fertingerpolska.pl/> - dostęp 2016-01-06 14:39

4. Proces produkcji elementów składowych do chłodziw

Przedmiotem analizy jest przyłącze do chłodziwa klimatyzacji. Do jego wytworzenia używanych jest 8 komponentów na rysunku 4.1 zostało przedstawione przyłącze, komponenty zostały oznaczone numerami od „C1” do „C8”

Rysunek 4.1. Przedstawienie produktu, oznaczenie numerów komponentów



Źródło: opracowanie własne.

Na stacji 1 montowane są ze sobą elementy C2, C3 i C4, łączone są one poprzez rozprasowanie części C3 oraz C4 przechodzących przez otwory w C2.

Rysunek 4.2. Zdjęcie złożenia po stacji 1



Źródło: opracowanie własne.

Na stacji 2 łączone są ze sobą: półprodukt ze stacji 1, C5, C7, C8. Proces polega na rozprasowaniu końców C7 i C8 przechodzących przez otwory w C5 i C2, dopuszczalna jest szczelina pomiędzy częściami nie większa niż 0,15mm.

Rysunek 4.3. Zdjęcie złożenia po stacji 2



Źródło: opracowanie własne.

Na stacji 3 na element C2 zakładana jest część C1, przez otwory w C1 muszą przejść końcówki części C3 i C4 – całość łączona jest poprzez rozpracowanie fragmentów C3 i C4 przechodzących przez C1, w tym samym kroku w element C5 wciskana jest część C6. Na wszystkich połączeniach dopuszczalna szczelina to nie więcej niż 0,15mm

Rysunek 4.4. Zdjęcie złożenia całego produktu po stacji 3



Źródło: opracowanie własne.

Gotowy produkt klient łączy z ożebrowaniem i zgrzewa. Podczas zgrzewania naszego przyłącza z ożebrowaniem zgrzewane są również ze sobą poszczególne komponenty przyłącza dlatego części są pokryte topnikiem ułatwiającym zgrzewanie nazywanym flux, jest on naniesiony na części w postaci białego proszku.

Rysunek 4.5. Zdjęcie kompletnej chłodnicy zawierającej omawiany produkt



Źródło: opracowanie własne.

5. Analiza

W rozdziale tym zostaną przedstawione poszczególne kroki przeprowadzonej analizy. Opisuje on etap zbierania informacji o procesie, analizę czynników mających wpływ na proces, analizę zwiększenia możliwości produkcyjnych, propozycję wprowadzenia zmian oraz opis efektów wprowadzonych zmian.

5.1. Informacje na temat procesu

Pierwsze, wstępne informacje zostały zebrane od osób będących najbliżej procesu czyli od operatorów pracujących na linii, przeanalizowane zostały również dane dotyczące produkcji na linii pochodzące z systemu ERP Oxaion z którego korzysta firma Fertinger. Najwięcej informacji zostało zebrane podczas analizy całego dnia produkcji (*FDPR – full day production run*).

Informacje pochodzące od operatorów pracujących na linii produkcyjnej

1. Nierówny czas cyklu pomiędzy stanowiskami
2. Często występujący problem z montażem C1
3. Częste zrywanie się śruby na prawym siłowniku 3 stanowiska
4. Częste występowanie szczelin powyżej tolerancji (0,15mm) pomiędzy C1 a C2
5. Częste występowanie szczelin powyżej tolerancji klienta pomiędzy C4 a C1
6. Zatrzymywanie się stacji 2, konieczność ponownego uruchamiania cyklu
7. Szczeliny pomiędzy C8 a C2 lub C5 oraz pomiędzy C7 a C2 lub C5, konieczność ponownego dobijania na stacji 2 lub naprawy wyrobu gotowego
8. Częste luzowanie się czujników na stacji 3
9. Szczeliny między C5 a C6, konieczność naprawy wyrobu gotowego

Dane liczbowe pochodzące z systemu ERP Oxaion

1. Największa zarejestrowana wydajność to 750szt na zmianę
2. Średnia wydajność od transferu to 405szt na zmianę
3. Przez 14 dni zablokowano do naprawy 1620 szt
4. Przez 14 dni zostały wyrzucone 486 szt wadliwe

Dane zebrane podczas analizy przeprowadzonej bezpośrednio na linii

1. Ze względu na brak buforu półproduktów między stanowiskami operator stanowiska 3 zarówno na początku zmiany jak i po przerwie rozpoczął pracę wyraźnie później niż operator stanowiska 1. Podczas uruchomienia produkcji na początku zmiany problem ze szczelinami między C8 a C2 spowodował również postój operatora stanowiska 3
2. Nieergonomiczne rozmieszczenie komponentów na stanowiskach wymusza zbędny ruch operatorów
3. Korytka pod C4 zapychają się fluxem co powoduje szczeliny między C4 a C1 które widać dopiero po 3 stanowisku

4. Czas cyklu stanowiska 2 jest wyraźnie dłuższy niż stanowisk 1 i 3, operatorzy stanowisk 1 i 3 mogą podmontować części dla stanowiska 2
5. Siłowniki boczne na stanowisku drugim są zamontowane niewystarczająco stabilnie przez co podczas 1 zmiany zaobserwowano 23 krotnie zatrzymanie cyklu oraz konieczność uruchomienia cyklu ponownie. Przesunięcie się pozycji prawego siłownika na 50 szt spowodowało uderzenie tłoka prawego siłownika w C7 i C8, części wymagały ponownej obróbki na stanowisku 2, w przypadku 16 szt nie dało to rezultatu, zostały one odseparowane do naprawy.
6. Operator stanowiska 3 podczas montażu C1 używa młotka, prawdopodobna przyczyna problemów z montażem to zniekształcenie C2 na stanowisku 1
7. Używanie dużej siły podczas montażu C1 powoduje powstawanie szczelin między C1 a C2
8. Śruba mocująca podporę C6 została zerwana 4 krotnie podczas 1 zmiany produkcyjnej
9. Siłownik dobijający C6 jest zamontowany za daleko od matrycy na której montowana jest reszta komponentów przez co pod podporę C6 muszą być podłożone podkłady, w wyniku poluzowania się podpory podczas 1 zmiany zostały uszkodzone 4 szt wyrobu gotowego 23 szt zostały odłożone do naprawy
10. Konieczna regulacja położenia czujników na siłownikach odpowiedzialnych za dociśnięcie C1, operatorzy twierdzą, że często zdarza się to więcej niż 1 raz na zmianę

Podsumowanie informacji

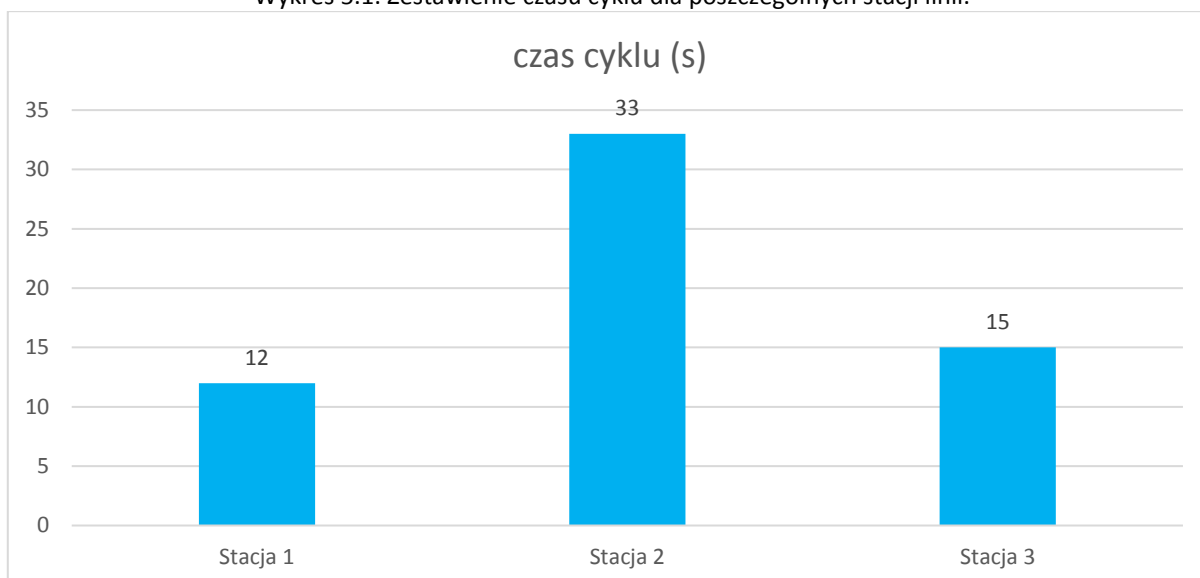
Informacje zebrane od operatorów, z systemu ERP oraz z bezpośredniej analizy na linii produkcyjnej były spójne, wskazywały, że wąskim gardłem procesu jest stanowisko 2, a największymi przeszkodami w osiągnięciu potrzebnej wydajności są: niestabilność procesu wynikająca z błędów popełnionych przy projektowaniu linii oraz słaba organizacja pracy operatów.

5.2. Analiza Czynn timerów mających wpływ na proces

Czas cyklu

Pomiar praco chłonności na każdej stacji był ważną wskazówką gdzie najlepiej szukać szans na poprawę przepustowości linii. Pomiar y wykazały dwukrotną różnicę praco chłonności pomiędzy stanowiskiem 2 a pozostałymi stanowiskami.

Wykres 5.1. Zestawienie czasu cyklu dla poszczególnych stacji linii.



Źródło: opracowanie własne.

Cechy procesu:

Kolejnym krokiem była analiza czynników mających wpływ na proces. Ważne było również zebranie większej ilości danych oraz ich uśrednienie w celu zidentyfikowania kluczowych problemów i najważniejszych celów. Zgodnie z zasadą Pareto zazwyczaj 20% pracy jest odpowiedzialne za 80% efektu a 20% błędów jest odpowiedzialne za 80% problemów. W tabelach 4.1, 4.2 i 4.3 została przedstawiona analiza SWOT z punktu widzenia produktu, człowieka oraz maszyny.

Tabela 5.1. Cechy procesu - produkt.

BG0051 - Produkt	
Silne Strony: - wysokiej jakości komponenty - stabilne regularne zamówienia	Słabe Strony: - wysokie koszty materiału - ograniczony zakres modyfikacji materiału - materiał zamawiany przez Hanona dla FAP - problemy z montażem C1 z C2 - bardzo małe tolerancje szczelin - duża ilość pyłu z topnika (flux)
Szanse: - materiał zamawiany bezpośrednio przez FAP	Zagrożenia: - wadliwe komponenty od dostawcy

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5.2. Cechy procesu - człowiek.

BG0051 - Człowiek	
Silne Strony: - pakowanie na 3 stanowisku	Słabe Strony: - słaba organizacja pracy - niska wydajność - wysokie koszty produkcji - kontrola wyłącznie wizualna
Szanse: - poprawa organizacji pracy - wprowadzenie buforów między stanowiskami - szkolenie operatorów	Zagrożenia: - zatrzymanie klienta przez niską wydajność - możliwość pomyłki spakowania części przed operacją 3

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5.3. Cechy procesu – maszyna.

BG0051 - Maszyna	
Silne Strony: - krótki czas cyklu stanowisk 1 i 3 - stabilny proces na stanowisku 1 - duża ilość czujników Poka-Yoke i Jidoka	Słabe Strony: - częste zatrzymania stanowisk 2 i 3 - słaba ergonomia pracy - niska stabilność procesu na stanowisku 2 - długi czas cyklu stanowiska 2
Szanse: - poprawa ergonomii pracy - przyspieszenie ST2 - ustabilizowanie procesu na ST2 i ST3	Zagrożenia: - wysoka awaryjność stanowisk 2 i 3

Źródło: opracowanie własne.

Analiza Pareto mikro przestojów:

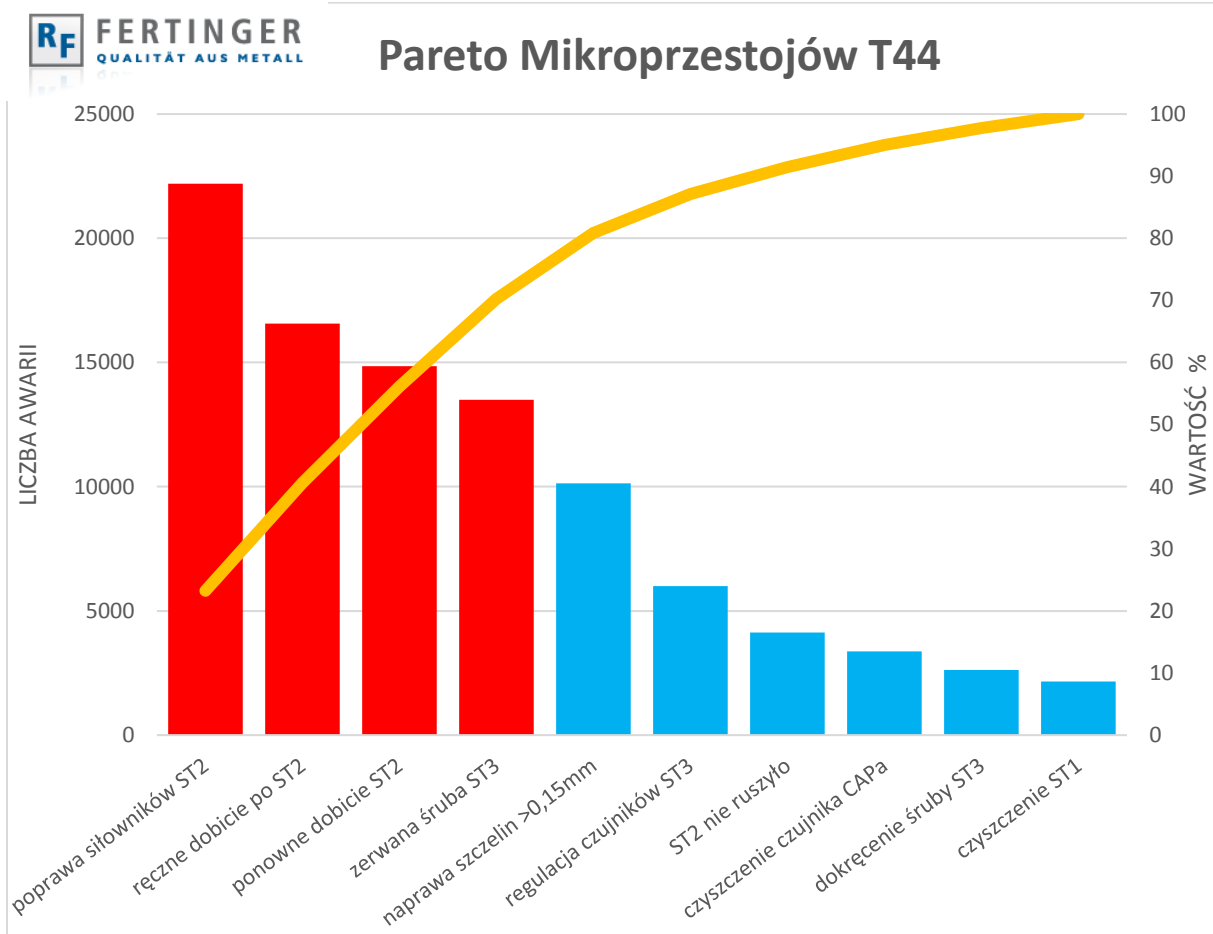
Ponieważ jednoznacznie główną przyczyną niskiej wydajności była niestabilność procesu wykonaliśmy analizę Pareto mikro przestojów. Pierwszy tydzień analizy wykazał, że średnio na każdej zmianie tracone jest około 106 minut na pozornie drobne przestoje trwające od kilku sekund do kilku minut.

Tabela 5.4. Łączny czas mikro przestojów w tygodniu 44 roku 2018.

Typ zatrzymania	średni czas usunięcia przestoju (s)	liczba wystąpień	waga (średni czas * liczba wystąpień)
poprawa siłowników ST2	300	74	22200
ręczne dobicie po ST2	90	184	16560
ponowne dobicie ST2	30	495	14850
zerwana śruba ST3	300	45	13500
naprawa szczelin >0,15mm	20	507	10140
regulacja czujników ST3	500	12	6000
ST2 nie ruszyło	10	413	4130
czyszczenie czujnika C6	10	337	3370
dokręcenie śruby ST3	20	131	2620
czyszczenie ST1	45	48	2160

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 5.2. Wykres Pareto-Lorenza mikro przestojów w tygodniu 44 roku 2018.



Źródło: opracowanie własne.

Zarówno analiza pracochłonności poszczególnych stacji linii jak również analiza Pareto występowania mikro przestojów wskazały, że głównym przedmiotem analizy powinna być stacja 2. Mając zebrane i usystematyzowane dane dotyczące linii można było zająć się analizą możliwości poprawy procesu.

5.3. Analiza zwiększenia możliwości produkcyjnych

Burza mózgów

Najpopularniejszym i najlepszym narzędziem od którego niemal każdy rozpoczyna poszukiwanie rozwiązań jest burza mózgów. Pozwala ona w najszybszy sposób wygenerować dużą ilość rozwiązań a każdy pomysł nawet najbardziej abstrakcyjny może być inspiracją dla znalezienia rozwiązania optymalnego.

Pomysły wygenerowane w burzy mózgów:

Przeniesienie niektórych czynności ze stanowiska 2 na stanowisko 1 lub stanowisko 3, czwarty operator na linii wykonujący półprodukty, operator stanowiska 1 wykonuje półprodukt dla stanowiska 2, wprowadzenie buforów półproduktów między stanowiskami, wymiana narzędzi rozprasowujących połączenie C2 z C3 i C4, czyszczenie korytek podtrzymujących C3 i C4

co 50 szt, automatyczny przedmuch korytek podtrzymujących C3 i C4 po każdym cyklu, wydrążenie otworów odprowadzających flux w korytkach podtrzymujących C3 i C4, podpięcie wyciągu mechanicznego odprowadzającego flux z matrycy stanowiska 1, obniżenie brzegów matrycy stacji 1, montaż regulatora przepływu na siłowniku stacji 1, wymiana śrub na stanowisku 3 na twardsze, legalizacja podstawy matrycy stanowiska 3, zmiana mocowania siłownika dobijającego C6 – wycentrowanie go względem matrycy, trwałe połączenie mocowania siłownika dobijającego C6 z matrycą stanowiska 3, dorobienie płyty montażowej pod całe stanowisko 3 - matrycę i siłownik dobijający C6, zwiększenie ciśnienia na stanowisku 3, zakaz używania młotka do montażu C1, zmiana mocowania bocznych siłowników na stanowisku 2 – sztywna konstrukcja, regulacja narzędzi prasujących C7 i C8 po każdych 2szt wymagających ponownego dobicia, wymiana przegubu lewego siłownika stanowiska 2 na sztywne sprzęgło, zmiana kształtu narzędzi prasujących C7 i C8, zwiększenie ciśnienia na stanowisku 2, wymiana czujników sprawdzających przelotowość C7 i C8 na czujniki zamontowane bezpośrednio na matrycy, zamontowanie zaworu z szybkim odpowietrzaniem na siłowniku prowadzącym czujniki sprawdzające przelotowość C7 i C8, wymiana siłownika prowadzącego czujniki sprawdzające przelotowość C7 i C8 z pneumatycznego na siłownik elektryczny, przyklejenie czujników na siłownikach stanowiska 3, wymiana czujników na siłownikach stanowiska 3 na czujniki przykręcane, zaznaczenie właściwej pozycji czujników markerem, zamontowanie kuwet na komponenty możliwie blisko miejsca montażu – w zasięgu ręki operatora,

Selekcja pomysłów

Dobrym rozwiązaniem dla selekcji pomysłów powstałych podczas burzy mózgów jest technika Wata Disneya. Składa się ona z trzech etapów, z których pierwszy jest tożsamy z burzą mózgów, na tym etapie każdy ma prawo wymyśleć dowolne rozwiązanie, nie można krytykować żadnego pomysłu, każdy pomysł jest równy innym i jest on zapisywany, nie analizowany pod kątem przydatności. Jest to etap marzyciela. Drugi etap jest etapem krytyka, polega na ostrej krytyce każdego pomysłu, należy znaleźć jego słabe punkty, odrzuca się w ten sposób pomysły które mogą na pierwszy rzut oka wydawać się dobre ale nie sprawdzą się ponieważ nie będą odporne na czynniki, którym zostaną poddane. Ostatnia faza to faza, faza realisty polega na selekcji pomysłów na pomysły które przetrwały krytykę, wybraniu najlepszych i dopracowaniu ich do wdrożenia. Na tym etapie najlepiej podzielić pomysły na 3 grupy: pomysły odrzucone, pomysły przyjęte do realizacji od razu oraz pomysły dobre, możliwe do wdrożenia ale posiadające lekkie wady co powoduje, że zysk w stosunku do kosztów jest niewielki lub których realizacja nie jest możliwa teraz tylko w dalszej przyszłości.

Tabela 5.5. Selekcja pomysłów techniką Walta Disneya

Marzyciel	Krytyk	Realista
Przeniesienie niektórych czynności ze stanowiska 2 na stanowisko 1 lub stanowisko 3		zbalansowanie czasochłonności między stanowiskami jest konieczne
czwarty operator na linii wykonujący półprodukty	obniżenie rentowności projektu, marnowanie zasobów ludzkich	to nie jest rozwiązanie problemu tylko gaszenie pożarów – pomysł odrzucony.
operator stanowiska 1 wykonuje półprodukt dla stanowiska 2	podmontowane elementy nie są ze sobą trwale połączone - wystarczy je trącić żeby półprodukt się rozpadł, zbędny ruch w postaci przechodzenia między stanowiskami	pomoże to wyrównać czasochłonność pracy między stanowiskami
wprowadzenie buforów półproduktów między stanowiskami	Muda - zbędne magazynowanie	jeżeli bufor mieści się w objętości tego samego zlecenia produkcyjnego nie jest to zbędne magazynowanie
wymiana narzędzi rozprasowujących połączenie C2 z C3 i C4	zbędny koszt - obecne narzędzia spełniają swoją funkcję	może to rozwiązać problem, tak czy inaczej zapasowy zestaw narzędzi przyda się na wypadek awarii
czyszczenie korytek podtrzymujących C3 i C4 co 50szt	zbędna praca, spowolnienie stanowiska 1	można wprowadzić tymczasowo, docelowo należy zapobiec zbieraniu się pyłu
automatyczny przedmuch korytek podtrzymujących C3 i C4 po każdym cyklu	przedmuch wzbija w powietrze zbyt dużo pyłu, jest to niezdrowe i utrudnia pracę	bezpieczeństwo pracowników jest najważniejsze, nie możemy wprowadzać nic co mogłoby mieć negatywny wpływ na ich zdrowie – pomysł odrzucony.
wydrążenie otworów odprowadzających flux w korytkach podtrzymujących C3 i C4	wysoki koszt - korytka są hartowane, osłabienie konstrukcji, dalej nie ma gwarancji, że korytka nie będą się zapychać	dorobimy nowy zestaw korytek z otworami - będzie zapas
podpięcie wyciągu mechanicznego odprowadzającego flux z matrycy stanowiska 1	wysoki koszt urządzeń certyfikowanych do pracy w wysokim zapyleniu	do rozważenia jeżeli inne rozwiązania nie przyniosą wystarczającego rezultatu
obniżenie brzegów matrycy stacji 1	mniejsze podparcie, osłabienie konstrukcji, zmiana nieodwracalna	pomiar wykazał, że części będące w górnej granicy tolerancji mogą się odkształcać
montaż regulatora przepływu na siłowniku stacji 1	zmniejszy to siłę zaprasowania połączenia C2 z C3 i C4	niski koszt - warto spróbować
wymiana śrub na stanowisku 3 na twardsze	twardsze śruby mogą okazać się bardziej kruche	niski koszt - warto spróbować
legalizacja podstawy matrycy stanowiska 3	po legalizacji wszystkie otwory na matrycy mogą przesunąć się w inne miejsce, osłabienie konstrukcji	Pomiar płaskości wykazał prawie 1mm odchylenia
zmiana mocowania siłownika dobijającego C6 – wycentrowanie go względem matrycy	usztynienie konstrukcji może spowodować zwiększenie ilości braków	dwa narzędzia pracujące wspólnie muszą być usztynione względem siebie
trwale połączenie mocowania siłownika dobijającego C6 z matrycą stanowiska 3	usztynienie konstrukcji może spowodować zwiększenie ilości braków	dwa narzędzia pracujące wspólnie muszą być usztynione względem siebie
dorobienie płyty montażowej pod całe stanowisko 3 - matrycę i siłownik dobijający C6	wysoki koszt, utrudniony dostęp do czujników i siłowników w czasie przeglądów i napraw	ustabilizuje to pozycję siłownika dobijającego C6 względem całej matrycy

Marzyciel	Krytyk	Realista
zamontowanie na stanowisku 3 buforu sprężonego powietrza w celu wyeliminowania spadków ciśnienia	wysoki koszt, komplikowanie instalacji	spadki ciśnienia są zauważalne podczas pracy
zwiększenie ciśnienia na stanowisku 3	szybsze zużywanie się narzędzi, siłowników i zaworów, część z nich nie jest dostosowana do wyższego ciśnienia	jeżeli wyższe ciśnienie nie pomoże lub będzie miało inne negatywne skutki zawsze można je obniżyć
zakaz używania młotka do montażu C1	wpłynie to na zmęczenie operatorów	należy doprowadzić do sytuacji w której młotek nie będzie potrzebny – pomysł odrzucony.
zmiana mocowania bocznych siłowników na stanowisku 2 – sztywna konstrukcja	większe obciążenie siłowników	dwa siłowniki pracujące osiowo muszą być usztywnione względem siebie
regulacja narzędzi prasujących C7 i C8 po każdych 2szt wymagających ponownego dobiecia	zbyt częste zatrzymania linii	należy ustabilizować proces żeby regulacje nie były potrzebne – pomysł odrzucony.
wymiana przegubu lewego siłownika stanowiska 2 na sztywne sprzęgło	sztywniejsze połączenie raczej zwiększy ilość zatrzymań z powodu niecentrycznego zejścia się siłowników	niski koszt - nie zaszkodzi spróbować
zmiana kształtu narzędzi prasujących C7 i C8	wysoki koszt - wymagana zmiana inżynierska oraz zgoda klienta	warto spróbować
zwiększenie ciśnienia na stanowisku 2	szybsze zużywanie się narzędzi, siłowników i zaworów, część z nich nie jest dostosowana do wyższego ciśnienia	jeżeli wyższe ciśnienie nie pomoże lub będzie miało inne negatywne skutki zawsze można je obniżyć
wymiana czujników sprawdzających przelotowość C7 i C8 na czujniki zamontowane bezpośrednio na matrycy	wysoki koszt - konieczna zgoda klienta, jedyne czujniki które zmieszczą się w tym miejscu są wrażliwe na zanieczyszczenia mogą źle pracować w pyłe	do rozważenia jeżeli inne rozwiązania nie przyniosą wystarczającego rezultatu
zamontowanie zaworu z szybkim odpowietrzaniem na siłowniku prowadzącym czujniki sprawdzające przelotowość C7 i C8		przyspieszy to czas cyklu
wymiana siłownika prowadzącego czujniki sprawdzające przelotowość C7 i C8 z pneumatycznego na siłownik elektryczny	wysoki koszt urządzeń certyfikowanych do pracy w wysokim zapyleniu	konsultacja zewnętrzna wskazała, że siłownik elektryczny sprawdzi się gorzej niż obecnie używany pneumatyczny – pomysł odrzucony.
przyklejenie czujników na siłownikach stanowiska 3	problem z późniejszą wymianą lub regulacją	należy inaczej zapewnić stabilne zamocowanie czujników – pomysł odrzucony.
wymiana czujników na siłownikach stanowiska 3 na czujniki przykręcane	Czujniki niezgodne z projektem linii	przy tak dużych wibracjach powinien zostać użyty inny rodzaj czujników
zaznaczenie właściwej pozycji czujników markerem	nie rozwiązuje to problemu	brak jakichkolwiek kosztów, pomoże to również przy potencjalnych naprawach
zamontowanie kuwet na komponenty możliwie blisko miejsca montażu – w zasięgu ręki operatora		poprawa ergonomii

Źródło: opracowanie własne


Po analizie możliwości należy wygenerowane pomysły zebrać w czytelny sposób, wyznaczyć akcje które pozwolą na ich realizację, każda akcja musi mieć przypisanego lidera, który będzie odpowiedzialny za jej przebieg oraz co bardzo ważne muszą zostać wyznaczone konkretne terminy – najczęstszą przyczyną opóźnień jest brak wyznaczenia konkretnych terminów realizacji poszczególnych etapów projektu co rozmywa odpowiedzialność i uniemożliwia rozliczenie osoby odpowiedzialnej z wykonania lub niewykonania powierzonych zadań.

5.4. Propozycje wprowadzenia zmian

Plan Działań:

Na podstawie wygenerowanych pomysłów został utworzony plan akcji, spotkania odbywały się co tydzień, na każdym spotkaniu robiliśmy przegląd i analizę postępów każdej akcji oddzielnie, lider odpowiedzialny za realizację był rozliczany z wykonania powierzonych mu zadań. Tabela 6.1 przedstawia wycinek planu akcji po pierwszym spotkaniu które odbyło się 24.10.2018r.

Tabela 5.6. Plan działań z dnia 24.10.2018.

		Plan Działań Hanon BG0051 - poprawa wydajności					
Nr	Temat	Priorytet	Akcja	Wynik	Lider	Termin	STATUS
1	przyspieszenie cyklu na ST2	H	1. wymiana siłownika prowadzącego czujniki sprawdzające przelotowość C7 i C8 na elektryczny 2. poprawa ergonomii stanowiska 3. wymiana czujników sprawdzających przelotowość C7 i C8 na czujniki zamontowane bezpośrednio na matrycy		P2	10.11.2018	
2	stacje ST1 i ST3 czekają na ST2	H	1. przeniesienie części czynności z ST2 na ST1 i ST3 2. Wyrównanie czasochłonności pomiędzy stanowiskami 3. wprowadzenie buforów półproduktów między stanowiskami		P2	10.11.2018	
3	zatrzymywanie się ST2	H	znalezienie przyczyny zatrzymywania się stacji 2		P1	25.10.2018	
4	szczeliny między C7 i C8 a C5 oraz między C7 i C8 a C2, konieczność ponownego prasowania	H	1. znalezienie przyczyny przesuwania się C7 i C8 w trakcie cyklu na ST2 2. regulacja narzędzi prasujących C7 i C8 - ustalenie parametrów bazowych		P1	25.10.2018	
5	problemy z montażem C1, szczeliny między C1 a C2	H	likwidacja problemu podnoszenia C2 na ST1 (wymiana narzędzi prasujących połączenie C2 z C4)		P2	10.11.2018	
6	zrywanie śruby na ST3	M	wymiana śrub na twardsze		P1	10.11.2018	
7	szczeliny między C4 a C2 (korytka pod C4 na ST1 zapychają się fluxem, wadę widać dopiero po ST3)	H	czyszczenie korytek pod C4 co 50szt		P2	25.10.2018	

Nr	Temat	Priorytet	Akcja	Wynik	Lider	Termin	STATUS
8	zatrzymywanie się ST3, częsta poprawa położenia czujników	M	1. zaznaczenie właściwej pozycji czujników 2. Wymiana czujników położenia tłoka na siłownikach na czujniki z lepszym systemem montażu na siłowniku		P2	10.11.2018	
9	niecentryczny montaż C6, uszkodzenia C5	M	wyregulowanie pozycji siłownika nabijającego C6 względem sanek na których zamontowana jest reszta części, wyeliminowanie konieczności zakładania podkładek pod śrubą oraz dokręcania śruby		P2	25.10.2018	
10	poprawa ergonomii na wszystkich stacjach, komponenty ustawione na wózkach wymuszają zbędne ruchy operatorów	H	zamontowanie kuwet na komponenty w zasięgu ręki operatora		P1	29.10.2018	
11	rozpoczęcie prowadzenia statystyk częstotliwości występowania problemów	M	wdrożenie formularza na którym operatorzy będą zaznaczać: ilość części ponownie dobijanych na ST2 ile razy ST2 nie ruszyła ilość zerwanych śrub na ST3 ile razy konieczne było regulowanie czujników na ST3 częstotliwość dokręcania śruby na ST3		P3	25.10.2018	

Źródło: opracowanie własne.

Za najważniejsze tematy zostały uznane: wyrównanie czasochłonności między stanowiskami, zlikwidowanie mikro przestojów w szczególności na stacji 2, zmniejszenie ilości braków i dodatkowej obróbki w szczególności na stacji 2, poprawa ergonomii pracy.

5.5. Efekty wprowadzonych zmian

1. Poprawa Ergonomii

Komponenty, pola odkładcze oraz miejsca gdzie wykonywany jest wstępny montaż zostały przeniesione w miejsca gwarantujące minimum zbędnych ruchów operatora oraz eliminujące konieczność wielokrotnego rotowania kręgosłupa.

Na stacji 1 zostały wykonane specjalne kuwety na komponenty znajdujące się zaraz pod rękami operatora.

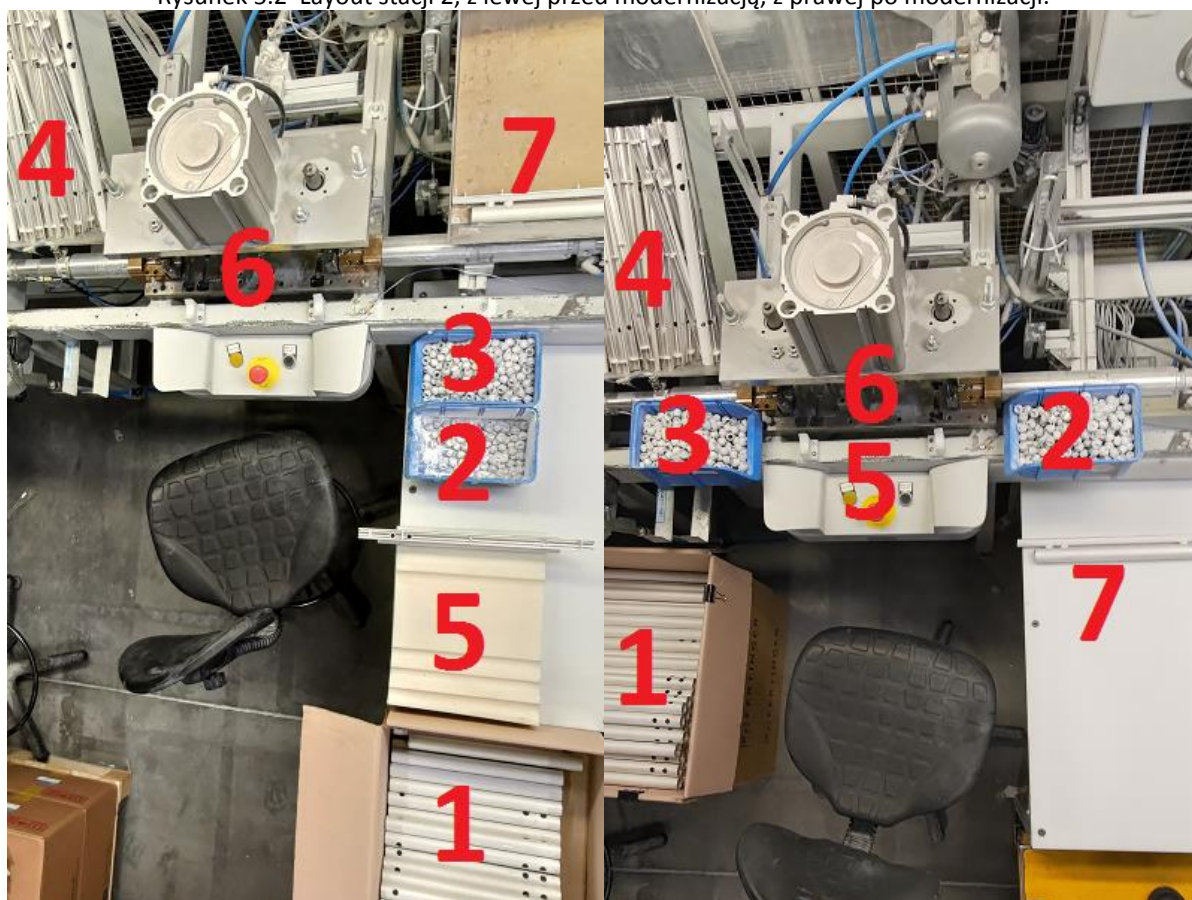
Rysunek 5.1. Zdjęcie kuwety na komponenty na stacji 1.



Źródło: opracowanie własne.

Na stacji 2 wszystkie komponenty zostały przeniesione bliżej miejsca montażu, został wykonany uchwyt pozwalający wykonywać montaż wstępny bezpośrednio pod miejscem obróbki.

Rysunek 5.2. Layout stacji 2, z lewej przed modernizacją, z prawej po modernizacji.



Źródło: opracowanie własne.

Legenda:

C5 – komponent pobierany do montażu jako pierwszy.

C7 – komponent pobierany do montażu jako drugi.

C8 – komponent pobierany do montażu równoległe z C7.

Półprodukt ze stacji 1 – pobierany do montażu jako trzeci (połączenie C2, C3 i C4)

Miejsce montażu wstępnego.

Miejsce wykonywania obróbki.

Pole odkładcze gotowego detalu.

2. Wykonanie nowego, stabilnego mocowania siłownika z prawej strony stacji 2.

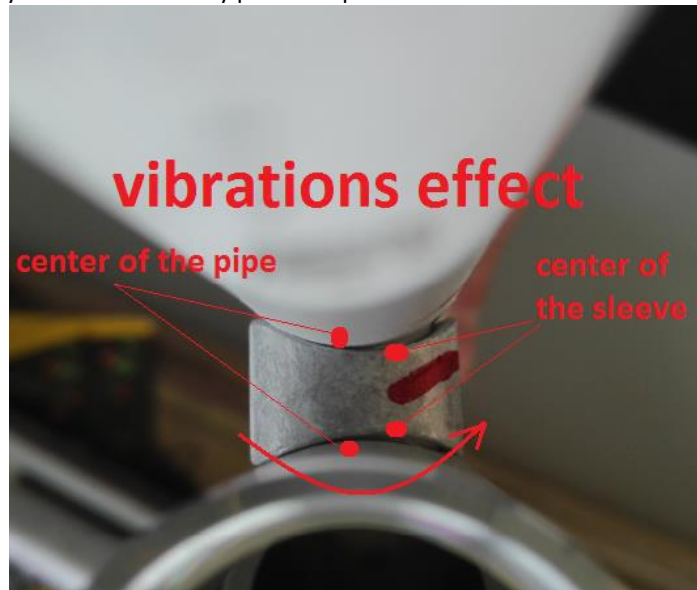
Siłownik po prawej stronie stacji 2, mający 900mm długości zamocowany był jedynie na mosiężnym mocowaniu do postawy stacji 2, wystarczyło zahaczyć o niego podczas pracy, żeby zmienić pozycję i przestał pracować w wyznaczonej osi. Skutkowało to zatrzymaniem cyklu ze względu na niecentryczne zejście się siłowników prawego z lewym lub uderzeniem siłownika w C7 i C8 czego efektem było powstawanie szczelin między C7 i C8 a pozostałymi komponentami. Mocowanie siłownika zostało przeprojektowane oraz została wykonana metalowa podpora na której siłownik w połowie swojej długości został przymocowany do ramy linii produkcyjnej dzięki czemu jego pozycja jest stabilna i nie zdarza się przypadkowe przestawianie jej przez operatorów.

Rysunek 5.3. Zdjęcie mocowania prawego siłownika stacji 2.



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5.4. Szczeliny powstałe przez uderzenie siłownika o C7 i C8.

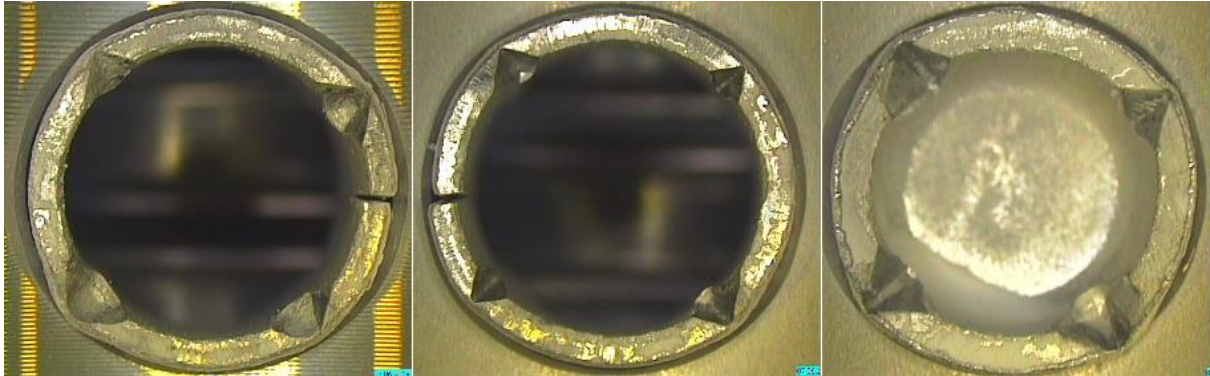


Źródło: opracowanie własne.

3. Zmiana sposobu rozprasowywania C7 i C8.

Najpoważniejsza zmiana w tej analizie, jako jedyna wymagała zmiany projektowej, zgody klienta i przeprowadzenia PPAP (*production part approval proces*). Przed zmianą C7 i C8 prasowane były punktowo, każdy z C7 i C8 miał cztery punkty rozprasowania.

Rysunek 5.5. Zdjęcie C7 i C8 rozprasowanych w sposób sprzed modyfikacji.



Źródło: opracowanie własne.

Zmiana polegała wykonaniu kształtnych narzędzi które pozwalają na prasowanie C7 i C8 na całym obwodzie.

Zdjęcie 5.6 Zdjęcie C7 i C8 rozprasowanych w sposób po modyfikacji.



Źródło: opracowanie własne.

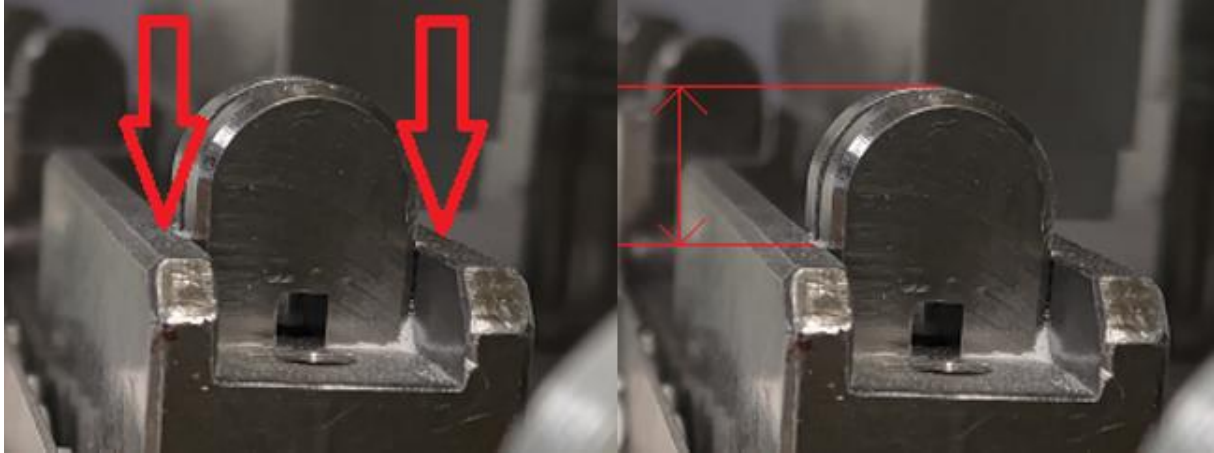
4. Zwiększenie ciśnienia na stacjach 2 i 3, dodanie buforu ciśnienia sprężonego powietrza.

Szczeliny pomiędzy C7 i C8 a C5 i C2 oraz pomiędzy C6 a C5 wynikały po części z niewystarczającego ciśnienia w układzie. Po zamontowaniu wzmacniaczy oraz buforów ciśnienia siłowniki są w stanie docisnąć nawet niecentrycznie ułożone elementy co minimalizuje ilość wad powstałych z błędu ludzkiego.

5. Obniżenie brzegów matrycy stacji 1

Różnica wysokości pomiędzy brzegami matrycy a wysokością szczytu korytek pod C3 i C4 na stacji 1 była w nominale tolerancji głębokości C2 przez co części będące w górnej granicy tolerancji wysokości odkształcały się podczas obróbki na stacji 1, utrudniało to montaż C1 na stacji 3.

Rysunek 5.7. Zdjęcie Matrycy stacji 1 z zaznaczonymi brzegami które zostały obniżone.



Źródło: opracowanie własne.

6. Wymiana czujników na siłownikach na czujniki o takim samym działaniu ale innym sposobie montażu.

Starsze czujniki montowane były na wcisk i przesuwały się przez wibracje powstałe podczas pracy linii. Powodowało to niepoprawne działanie systemu Jidoka, który na tym etapie powinien wyłapywać brak lub niepoprawnie zamontowany C1 oraz gdy doszło do większego przesunięcia niewłaściwa pozycja czujników powodowała zatrzymanie się linii i konieczność regulacji pozycji czujników. Czujniki montowane na wcisk zostały wymienione na czujniki montowane na śrubie które nie luzują się, zapewnia to poprawną pracę bez zatrzymań oraz poprawne działanie systemu Jidoka.

Rysunek 5.8. Zdjęcie siłownika ze starym typem czujnika.



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5.9. Zdjęcie siłownika z nowym typem czujnika.



Źródło: opracowanie własne.

7. Wyregulowanie pozycji siłownika nabijającego C6 względem sanek na których zamontowana jest reszta części.

Legalizacja podstawy stacji 3, trwałe połączenie mocowania siłownika dobijającego C6 oraz wycentrowanie go względem matrycy stacji uniemożliwiło nawet minimalną zmianę pozycji siłownika względem reszty montowanych elementów. Wyeliminowało to problem uszkodzenia części przez niecentryczny montaż oraz konieczność ponownego dobijania niektórych części.

Rysunek 5.10. Zdjęcie elementu łączącego siłownik z matrycą na stacji 3.



Źródło: opracowanie własne.

8. Wykonanie wyciągu odprowadzającego pył na stacji 1.

Duża ilość pyłu gromadząca się w korytkach podtrzymujących C4 powodowała wgniecenia oraz szczeliny pomiędzy C4 a C1, wady powstałe na stacji 1 widać było dopiero po montażu C1 na stacji 3. Wydrążenie otworów odprowadzających pył oraz podpięcie wyciągu mechanicznego wyeliminowało ten problem.

Rysunek 5.11. Zdjęcie otworów wykonanych w podstawie stacji 1



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5.12. Zdjęcie wyciągu mechanicznego zamontowanego na stacji 1 (widok od spodu).

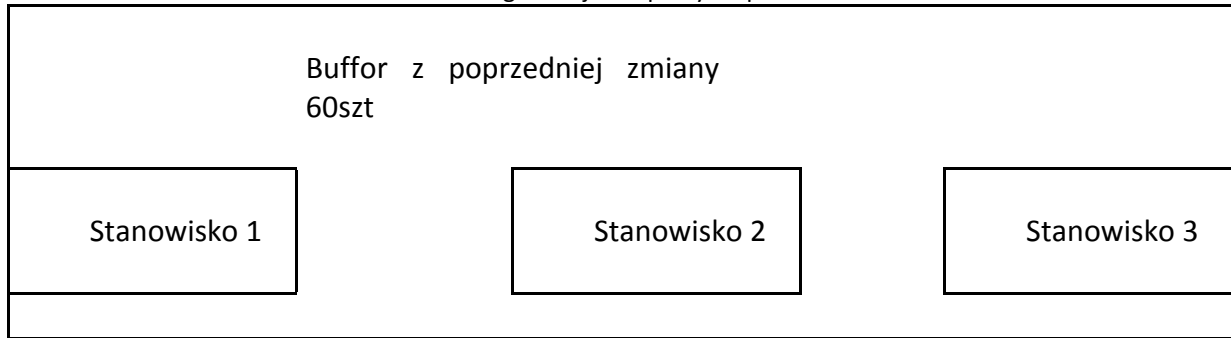


Źródło: opracowanie własne.

9. Zmiana organizacji pracy, zmniejszenie ilości operatorów pracujących na linii z 3 do 2 osób.

Pomiary czasu cyklu na poszczególnych stacjach wykazały, że czasochłonność stacji 2 jest bardzo zbliżona do sumy czasochłonności stacji 1 i 3. Próby wyrównania czasochłonności nie powiodły się. Zmiana layoutu pozwoliła zredukować czas cyklu stacji 2 z 33 sekund do 30 sekund co oznacza, że czas cyklu pozwala osiągnąć potrzebną wydajność linii. Wyliczenia pokazały, że przy odpowiedniej organizacji pracy jeden operator będzie w stanie obsłużyć zarówno stację 1 jak również stację 3 nie spowalniając przy tym operatora ze stacji 2. Próby początkowo wykonywane były tylko na pierwszej z trzech zmian i średnia wydajność operatorów na tej zmianie początkowo była jedynie 7% niższa niż na zmianach, na których pracowało 3 operatorów. Z czasem wydajność podczas pracy 2 operatorów zrównała się z wydajnością podczas pracy 3 operatorów.

Tabela 5.2. organizacja dla pracy 2 operatorów.



Pobrać Komponenty i wykonać 120 sztuk wyrobu
Czas cyklu na stanowisku 1 to 12 sekund
Wykonanie 120 sztuk powinno zająć 1380 sekund w zaokrągleniu 24 minut

Wykonywanie 1 wyrobu gotowego wraz z przygotowaniem (włożenie C7 i C8 do C5) to czas 30 sekund
Operator ma za zadanie jedynie przygotować komponenty do pracy i wykonywać wyrób gotowy na stanowisku 2
Operator spożytkuje 120 sztuk wyrobu z ST1 w ciągu około 60 minut

Po wykonaniu 120 sztuk na stanowisku ST1 operator przechodzi na stanowisko ST3.
Czas cyklu na stanowisku ST3 wynosi 7 sekund przygotowanie jednej kratki z wyrobem z ST2 oraz około 8 sekund zaprasowywanie= 15 sekund
Wykonuje 120 sztuk wyrobu z ST2 w ciągu 1800 sekund= 30 minut
Po wykonaniu 120 sztuk wyrobu operator przechodzi z powrotem na stanowisko 1

Źródło: opracowanie własne.

Efekty które przyniosła analiza

Całość analizy zajęła 3 miesiące, efekty wykroczyły poza pierwotnie zakładany cel. Najważniejszym sukcesem jest osiągnięcie wymaganej wydajności, czyli spełnienie zakładanego celu, w okresie 3 miesięcy wszystkie zaplanowane akcje zostały zamknięte. Tabela 7.1 przedstawia stan planu akcji z 31.01.2019r. Niewątpliwym sukcesem jest również ograniczenie mikro przestojów ze średnio 106 minut na zmianę na około 7,5 minuty na zmianę Wykres 7.1 przedstawia wykres Pareto-Lorenza mikro przestojów na linii w drugim tygodniu stycznia. Efektem który nie był przewidziany jako cel do osiągnięcia a stanowi dużą wartość dodaną jest zmniejszenie ilości operatorów pracujących na linii przy zachowaniu wydajności i jakości.

Tabela 5.3. Plan działań 31.01.2019.



Plan Działań Hanon BG0051 - poprawa wydajności

Nr	Temat	Priorytet	Akcja	Wynik	Lider	Termin	STATUS
1	przyspieszenie cyklu na ST2	H	<ol style="list-style-type: none"> wymiana siłownika prowadzącego czujniki sprawdzające przelotowość C7 i C8 na elektryczny poprawa ergonomii stanowiska wymiana czujników sprawdzających przelotowość C7 i C8 na czujniki zamontowane bezpośrednio na matrycy zamontowanie na siłowniku zaworu z szybkim odpowietrzaniem 	<ol style="list-style-type: none"> anulowano kuwety z komponentami zamocowane pod rękami operatora, dorobione stanowisko przygotowawcze przed operatorem, wymieniony stół między ST2 a ST3 oferta na 30k do akceptacji przez Austrię - wstrzymano za duża dynamika ruchu siłownika, przestawiają się czujniki stacja się zatrzymuje 	P2	03.12.2018	anulowano wykonano wstrzymano anulowano
2	stacje ST1 i ST3 czekają na ST2	H	<ol style="list-style-type: none"> przeniesienie części czynności z ST2 na ST1 i ST3 Wyrównanie czasochłonności pomiędzy stanowiskami wprowadzenie buforów półproduktów między stanowiskami testy pracy na linii w 4 osoby wykonywanie półprodukty do ST2 przez operatora ST1 	<ol style="list-style-type: none"> ST1 robi wstępny montaż dla ST2 pomiary wskazują na podobną czasochłonność na ST2 jak na sumie ST1 +ST3 (przeniesione pkt15) wprowadzono 60szt - monitoring efektów czwarty operator większość czasu stoi wdrożono 	P2	03.12.2018	wykonano anulowano wykonano anulowano wykonano
3	zatrzymywanie się ST2	H	znalezienie przyczyny zatrzymywania się stacji 2	niestabilne zamocowanie bocznych siłowników (pkt12)	P1	25.10.2018	wykonano
4	szczeliny między C7 i C8 a C5 oraz między C7 i C8 a C2, konieczność ponownego prasowania	H	<ol style="list-style-type: none"> znalezienie przyczyny przesuwania się C7 i C8 w trakcie cyklu na ST2 regulacja narzędzi prasujących C7 i C8 - ustalenie parametrów bazowych zwiększenie ciśnienia na ST2 zmiana kształtu narzędzi prasujących C7 i C8 dotychczasowy bufor ciśnienia 	<ol style="list-style-type: none"> niestabilne zamocowanie bocznych siłowników (pkt12) - luzują się śruby mocujące podpory pod C5 (pkt13) wyregulowane, karta ustawiń wydana ustawiaczom - konieczne regulacje poza zakładany zakres akcja nie przyniosła efektu wzmacniacz zamontowany - jest wyraźna poprawa podczas szybszej pracy zdarzają się spadki ciśnienia jest zgoda klienta wykonano 	1. P1 2-4. P2	25.10.2018 21.12.2018	wykonano wykonano wykonano wykonano

Nr	Temat	Priorytet	Akcja	Wynik	Lider	Termin	STATUS
5	problemy z montażem C1, szczeliny między C1 a C2	H	1. likwidacja problemu podnoszenia C2 na ST1 (wymiana narzędzi prasujących połączenie C2 z C4) 2. montaż regulatora przepływu na siłowniku ST1 3. zmniejszenie ciśnienia na ST2 - testy 4. obniżenie brzegów matrycy ST1	1. piny wymienione, C2 nie podnosi, problem z montażem C1 dalej występuje 2. zamontowano - brak efektów 3. brak efektów 4. problem ustąpił	P2 P1	14.12.2018	anulowano anulowano anulowano wykonano
6	zrywanie śruby na ST3	M	wymiana śrub na twardsze	śruby wymienione na 12.9, zrywa je rzadziej ale ciężiej je wymienić, spodziewana poprawa wycentrowaniu siłownika nabijającego C6 (pkt9)	P1	10.11.2018	wykonano
7	szczeliny między C4 a C2 (korytka pod C4 na ST1 zapychają się fluxem, wadę widać dopiero po ST3)	H	1. czyszczenie korytek pod C4 co 50szt 2. automatyczny przedmuch korytek podtrzymujących C4 po każdym cyklu	1. ilość braków spadła z ~30szt/zmiana na ~10szt/zmiana, spowalnia to prace operatora 2. przedmuch wzbija zbyt dużo fluxa do powietrza, nie da się oddychać, konieczne zrobienie wyciągów co będzie większą inwestycją (przeniesione pkt14)	P2	25.11.2018 02.11.2018	wykonano anulowano
8	zatrzymywanie się ST3, częsta poprawa położenia czujników	M	1. zaznaczenie właściwej pozycji czujników 2. Wymiana czujników położenia tłoka na siłownikach na czujniki z lepszym systemem montażu na siłowniku	1. pozycja zaznaczona, regulacje zajmują mniej czasu 2. czujniki wymienione - brak konieczności regulacji	P2	23.11.2018	wykonano
9	niecentryczny montaż C6, uszkodzenia C5	M	1. wyregulowanie pozycji siłownika nabijającego C6 względem sanek na których zamontowana jest reszta części, wyeliminowanie konieczności zakładania podkładek pod śrubą oraz dokręcania śruby 2. zmiana mocowania siłownika dobijającego C6 + trwałe połączenie mocowania siłownika z matrycą ST3 3. dorobienie płyty montażowej pod całe stanowisko 3 - matrycę i siłownik 4. legalizacja podstawy matrycy	1. konieczna wymiana mocowania siłownika 2. zrobione - problem nie występuje 3. anulowano 4. wykonano	P2	25.10.2018 10.01.2019	anulowano wykonano anulowano wykonano

Nr	Temat	Priorytet	Akcja	Wynik	Lider	Termin	STATUS
10	poprawa ergonomii na wszystkich stacjach, komponenty ustawione na wózkach wymuszają zbędne ruchy operatorów	H	zamontowanie kuwet na komponenty w zasięgu ręki operatora	zrobione na wszystkich stanowiskach	P1	29.10.2018	wykonano
11	rozpoczęcie prowadzenia statystyk częstotliwości występowania problemów	M	wdrożenie formularza na którym operatorzy będą zaznaczać: ilość części ponownie dobijanych na ST2 ile razy ST2 nie ruszyła ilość zerwanych śrub na ST3 ile razy konieczne było regulowanie czujników na ST3 częstotliwość dokręcania śruby na ST3	monitorowanie pozostał tylko problem z ST3 - używanie formularza zawieszono do odwołania	P3	25.10.2018	wykonano
12	niestabilne zamocowanie bocznych siłowników	H	1. wymiana przegubu lewego siłownika ST2 na sztywne sprzęgło 2. wykonanie nowych mocowań siłowników bocznych st2	1. ze sztywnym mocowaniem jest gorzej niż z przegubem 2.1. zrobione mocowania tymczasowe 2.2. brak zatrzymań + poprawa jakości rozprasowania C7 i C8	P2	09.11.2018 03.12.2018	anulowano wykonano
13	śruby mocujące podpory pod C5 luzują się co powoduje nierówne rozprasowanie C7 i C8 oraz ich podbijanie przez siłowniki boczne	H	1. zamocowanie śrub na kleju do gwintów 2. zblokowanie śrub robakami	1. śruby wkręcone na kleju - brak wyraźnego efektu 2. wykonano skontrolowane nakrętkami - jest OK	P1	23.11.2018	wykonano wykonano
14	wgniecenia na C4 powstające od fluxa na ST1	M	1. wydrążenie otworów odprowadzających flux w korytkach podtrzymujących C4 2. podpięcie wyciągu mechanicznego odprowadzającego flux z matrycy stanowiska 1	1. zrobione - problem występuje rzadziej 2. wykonano	P2	31.01.2019	wykonano wykonano
15	Testy pracy w 2 operatorów na linii	L	test pracy w 2 operatorów według instrukcji M.P2a na pierwszej zmianie w tygodniu 51	średnia wydajność 2 operatorów 633szt/zmiana, średnia wydajność 3 operatorów 680szt/zmiana Jest zgoda dyrektora redukcję ilości operatorów od nowego roku - trzeci operator dochodzi jeżeli wysyłka jest zagrożona - Monitoring	P2 P1	31.01.2019	wykonano
16	reklamacja klienta na niedobite C6	H	zamontowanie wzmacniacza ciśnienia na ST3 (takiego jak na ST2)	wykonano	P2	31.01.2019	wykonano

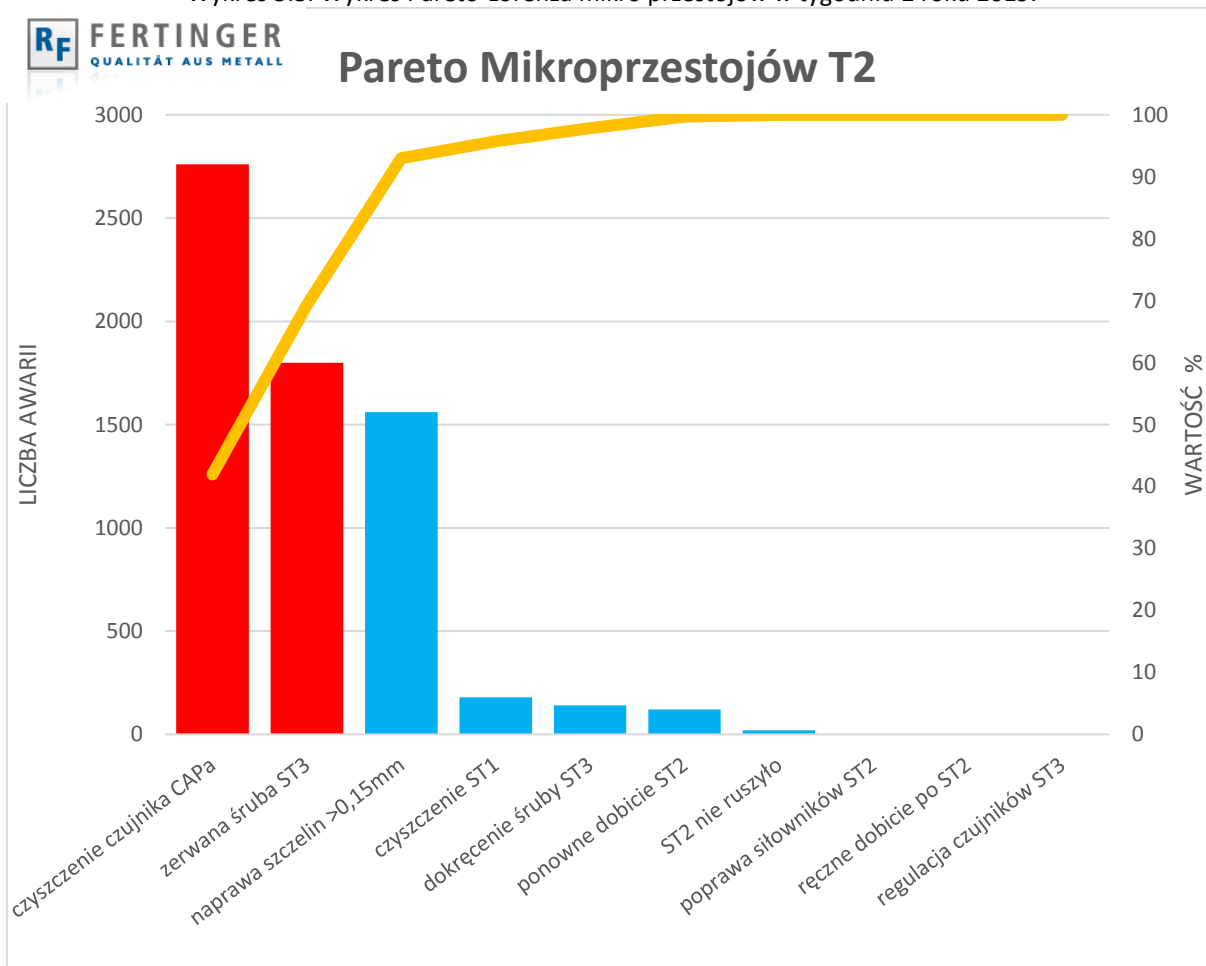
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5.4. Łączny czas mikro przestoju w tygodniu 2 roku 2019.

Typ zatrzymania	średni czas usunięcia przestoju (s)	liczba wystąpień	waga (średni czas * liczba wystąpień)
czyszczenie czujnika C6	10	276	2760
zerwana śruba ST3	300	6	1800
naprawa szczelin >0,15mm	20	78	1560
czyszczenie ST1	45	4	180
dokręcenie śruby ST3	20	7	140
ponowne dobicie ST2	30	4	120
ST2 nie ruszyło	10	2	20
poprawa siłowników ST2	300	0	0
ręczne dobicie po ST2	90	0	0
regulacja czujników ST3	500	0	0

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 5.3. Wykres Pareto-Lorenza mikro przestoju w tygodniu 2 roku 2019.



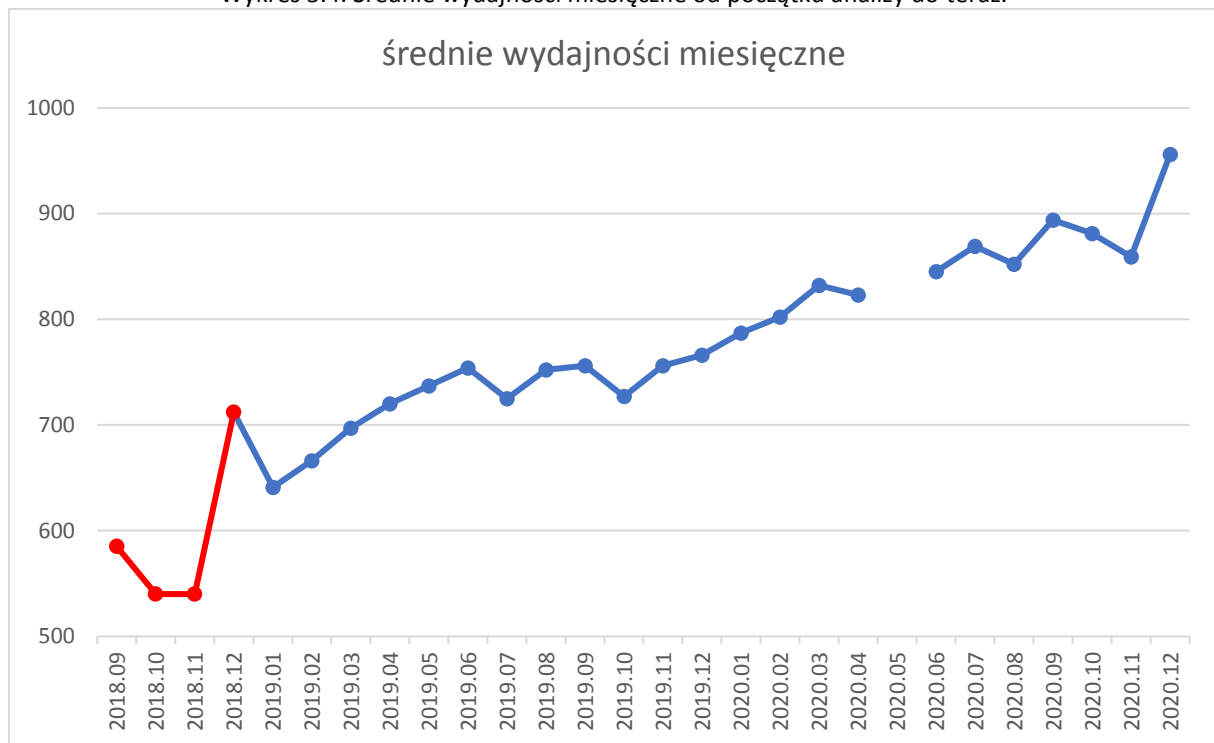
Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Analiza procesu produkcji przynosi największy zysk jeżeli jest rzetelnie przeprowadzona na etapie projektowania procesu, nie znaczy to jednak, że analiza istniejącego procesu nie ma sensu. Każdy proces można zoptymalizować. Przedsiębiorstwa produkcyjne powinny na bieżąco monitorować rynek, nowości technologiczne oraz potrzeby swoich klientów. Nawet po zaprojektowaniu procesu, po uruchomieniu produkcji seryjnej warto analizować możliwości optymalizacji i jeżeli przyniesie to korzyść przedsiębiorstwu wprowadzać zmiany. Każda zmiana wymaga przeprowadzenia analizy tego co można jeszcze poprawić i jaka metoda będzie odpowiednia.

Nasza analiza dała wyraźne efekty: poprawa wydajności i obniżenie kosztów produkcji. Wykres 5.4. przedstawia średnie miesięczne wydajności osiągnięte na linii produkcyjnej, kolorem czerwonym zaznaczony jest okres, w którym na linii pracowało trzech operatorów, kolorem niebieskim okres, w którym na linii pracuje dwóch operatorów.

Wykres 5.4. Średnie wydajności miesięczne od początku analizy do teraz.



Źródło: opracowanie własne.

Wykaz literatury

- PN-EN ISO 9001:2015-10. Systemy zarządzania jakością – Wymagania.
- PN-EN ISO/TS 16949:2009. System Zarządzania Jakością w branży motoryzacyjnej.
- PN-EN ISO/IATF 16949:2016. System Zarządzania Jakością w branży motoryzacyjnej.
- Berliński J., Mazur Z., Sas Jan. Techniki Wytwarzania. Wydawnictwo AGH. Kraków 1992.
- Bednarz, L. Implementacja metod szczupłego zarządzania w produkcji procesowej.
W: R. Knosala (red.), Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Opole: Oficyna Wydaw.
Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. 2014.
- Borkowski S., Ulewicz R., Zarządzanie produkcją. Systemy produkcyjne. Oficyna Wydawnicza
Humanitas. Sosnowiec 2008.
- Brzeziński M., Organizacja podstawowych procesów produkcyjnych, cz.1, Wyd. Politechniki
Lubelskiej, Lublin 1994.
- Karpiński T. Inżynieria produkcji. WNT, Warszawa 2015.
- Burchart-Korol D., Furman J., Zarządzanie produkcją i usługami. Wyd. Politechniki Śląskiej.
Gliwice 2008.
- Blackstone J.H.: APICS dictionary. APICS, Alexandria 2008.
- Fransoo J. C., Rutten W. G.M.M.: A Typology of Production Control Situations in Process
Industries. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 14. No 12,
1994, 47-57.
- Łebkowski P., Węsierski Ł. Podstawy projektowania układów dyskretnych, Wyd. AGH,
Kraków 1991.
- Bagiński J. Zarządzanie jakością totalną (TQM), Bellona, Warszawa 1993.
- Brodnicki, K. Zastosowanie koncepcji Design Thinking w funkcjonowaniu przedsiębiorstw,
Przedsiębiorstwo we współczesnej gospodarce-teoria i praktyka, (4), 35-45. 2015.
- Design Thinking for Educators. IDEO. 2012.
- The Field Guide to Human-Centered Design. IDEO. 2015. ISBN: 978-0-9914063-1-9
- Feld M. Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn.
Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa 2003.
- Nowosielski S. Zarządzanie procesami 2018.
- Hamrol A. Zarządzanie jakością z przykładami Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

Sałaciński T. Inżynieria jakości w technikach wytwarzania OWPW, Warszawa 2016.

Balon U. Optymalizacja kosztów jakości 2004.

Ziółkowski J. Łada J. Analiza ABC i XYZ w gospodarowaniu zapasami Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk Łódź 2014.

Łańcucki J. Podstawy kompleksowego zarządzania jakością TQM Poznań 2003.

Griffin R.W. Podstawy Zarządzania Organizacjami Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015.

Matryniak Z. Metody organizacji i zarządzania Akademia Ekonomiczna w Krakowie Kraków 1999.

Mazur Z. Mazur G. Dudek M. Obrzud J., Zarządzanie produkcją. Zagadnienia wybrane, Wyd. Scriptorium TEXTURA, Kraków 2001.

Gołaś H. Mazur A. Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością Wyd. Politechniki Poznańskiej Poznań 2010.

Adam E.E., Ebert R.J.: Production and operations management. Concepts, models and behavior, Prentice Hall, Englewood-Cliffs 1992.

Szczeńiak B. Zasadzień M. Wapienik M. 2012. Zastosowanie analizy Pareto oraz diagramu Ishikawy do analizy przyczyn odrzutów w procesie produkcji silników elektrycznych (Pareto analysis and Ishikawa diagram in analysing the causes of manufacturing rejects in production of electric motors). Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie 63: 125-147.

<http://fertingerpolska.pl/> - dostęp 2021-01-16 14:39

https://pl.wikipedia.org/wiki/Proces_tehnologiczny_ci%C4%85g%C5%82y - dostęp 2021-01-19 03:20

https://pl.wikipedia.org/wiki/Proces_tehnologiczny - dostęp 2021-01-19 03:20

https://pl.wikipedia.org/wiki/Proces_tehnologiczny_okresowy - dostęp 2021-01-19 03:20

<https://fabrykiwpolsce.pl/jak-funkcjonuje-huta-szklakrosno-glass-video/> - dostęp 2021-01-21 16:41

<https://fabrykiwpolsce.pl/jak-wydobywa-sie-miedz-srebro-i-zloto-video/> - dostęp 2021-01-21 16:41

<https://www.projektgamma.pl/strefa-wiedzy/wiki/metoda-walta-disneya> - dostęp: 20.01.2021 19:00

<https://rosnijwsile.pl/jak-zamienic-marzenia-w-rzeczywistosc-strategia-walt-disney-kreatywne-myslenie/> - dostęp 2021-01-21 17:53

<https://hrpolska.pl/rozwoj/narzedzia/puscic-wodze-wyobrazni-czyli-strategia-walta-disneya-na-zycie-jak-z-wlasnej-bajki.html> - dostęp 2021-01-21 17:53

<https://mfiles.pl/pl/index.php/Chronometra%C5%BC> - dostęp 2021-01-22 13:00

<https://www.osconsulting.pl/normowanie.html> - dostęp 2021-01-22 13:00